Theoretische Grundlagen für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft
der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen
Fakultät der Universität des Saarlandes

vorgelegt von Diplom-Kaufmann Theo Heiss
Homburg (Saar)
An den Birken 27

1960

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552701_0015

Theoretische Grundlagen für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft
der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen
Fakultät der Universität des Saarlandes

vorgelegt von Diplom-Kaufmann Theo Heiss
Homburg (Saar)
An den Birken 27

8978/61

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dekan:	Prof. Dr. Hans Buddeberg
Referent:	Prof. Dr. Wolfgang Kilger
Korreferent:	Prof. Dr. Waldemar Wittmann

Tag der Disputation: 24. Juni 1960

G l i e d e r u n g

Seite

1. Theoretische Kostenfunktionen nach dem Ertragsgesetz 3

11. Die Produktionsfunktion nach dem Ertragsgesetz 3

12. Die aus dem Ertragsgesetz abgeleiteten Kostenfunktionen 14

13. Überprüfung der Eignung des Ertragsgesetzes als theoretische Grundlage für die Ermittlung industrieller Kostenkurven 19

131. Limitationale und substitutionale Produktionsfaktoren 20

132. Die direkte funktionale Beziehung zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung 29

133. Die Problematik des konstanten Faktors 32

14. Die Antikritik zum Ertragsgesetz 36

2. Theoretische Kostenfunktionen auf der Grundlage eines Systems von Kostenbestimmungsfaktoren 44

21. Die Kostenbestimmungsfaktoren und ihr Einfluß auf die Kostenhöhe 44

22. Die Kostenfunktion in Abhängigkeit von den Kostenbestimmungsfaktoren 53

23. Kritik des Systems der Kostenbestimmungsfaktoren als theoretische Grundlage für die Ermittlung industrieller Kostenfunktionen 56

231. Das System der Kostenbestimmungsfaktoren 56

232. Kostenverläufe im System der Kostenbestimmungsfaktoren 58

233. Möglichkeiten zur Vereinfachung 62

3. Theoretische Kostenfunktionen auf der Grundlage eines Systems von Verbrauchsfunktionen 68

31. Die Aufgliederung der Produktionsfunktion 68

32. Die Abhängigkeit des Faktorverbrauchs von der Leistung 70

321. Der fixe Faktorverbrauch 70

322. Der variable Faktorverbrauch 73

3221. Maßgrößen für den variablen Faktorverbrauch und Definition der Verbrauchsfunktion 73

3222. Der leistungsunabhängige variable Faktorverbrauch 78

3223. Der leistungsabhängige variable Faktorverbrauch 80

Seite

33. Die Ermittlung des Leistungsoptimums eines Aggregates 86

34. Die auf die Laufzeit umgerechneten Verbrauchsfunktionen 89

35. Die Faktoreinsatzfunktionen 96

351. Die Anpassungsprozesse als Grundlage der Faktoreinsatzfunktionen 96

352. Die Faktoreinsatzfunktionen bei konstanten Zeitgraden (intensitätsmäßige Anpassung) 100

353. Die Faktoreinsatzfunktionen bei konstanten Intensitätsgraden (zeitliche Anpassung) 105

354. Die Faktoreinsatzfunktionen bei variablen Zeit- und Intensitätsgraden 107

36. Die Ermittlung der Faktoreinsatzmengen 110

37. Die aus den Verbrauchsfunktionen abgeleiteten Kostenfunktionen 115

371. Der Übergang von Faktoreinsatzfunktionen zu Kostenfunktionen 115

372. Die Kostenfunktionen bei konstanten Zeitgraden (intensitätsmäßige Anpassung) 119

373. Die Kostenfunktionen bei konstanten Intensitätsgraden (zeitliche Anpassung) 124

374. Die Kostenfunktionen bei variablen Zeit- und Intensitätsgraden 126

38. Die empirische Ermittlung von Kostenfunktionen mit Hilfe von Verbrauchsfunktionen (praktisches Beispiel) 132

4. Die Theorie der Verbrauchsfunktionen als theoretische Grundlage der Kostenrechnung 146

41. Kostentheorie und Theorie der Kostenrechnung 146

42. Synthetische Kostenfunktionen 149

421. Das Kostenstellenprinzip 150

422. Sollkostenfunktionen in der Plankostenrechnung 155

423. Leistungsschwankungen und Sollkostenfunktionen 161

43. Parallelen zwischen Kostentheorie und Kostenrechnung 164

5. Die Beurteilung empirischer Kostenuntersuchungen vom Standpunkt der Kostentheorie 166

51. Empirische Kostenuntersuchungen 166

Seite

52. Unvollkommenheiten empirischer Kostenuntersuchungen 170

521. Analytische Kostenfunktionen 170

522. Die Problematik des Beschäftigungsgrades bei empirischen Kostenuntersuchungen 172

523. Berücksichtigung des Produktionszeitraumes 178

524. Berücksichtigung von Preisschwankungen 180

53. Zur Frage der Funktionsform empirischer Kostenkurven 182

6. Die Bedeutung der "Engineering production functions" für die Produktions- und Kostentheorie 187

7. Schlußbemerkungen 196

Literaturverzeichnis 199

Lebenslauf

0. Einleitung:

Die betriebswirtschaftliche Kostenlehre wird bis heute nicht im Rahmen eines geschlossenen Systems dargestellt, sondern mehrere konkurrierende betriebswirtschaftliche Gebiete behandeln die Kosten unter dem jeweils verschiedenen Aspekt ihres Teilbereiches. Neben den kostentheoretischen Ansätzen besteht eine Theorie der Kostenrechnung, die rechentechnische Methoden aus der speziellen Sicht industrieller Betriebe ermittelt und parallel zu den Bemühungen der Kostentheorie, ein theoretisches Grundgerüst für die Ermittlung von Kostenkurven aufzustellen, bemühte man sich um eine empirische Verifizierung dieser theoretischen Aussagen, indem man ausgehend von empirischem Zahlenmaterial versuchte, empirische Kostenkurven zu ermitteln, die später mit den theoretisch abgeleiteten Kostenfunktionen verglichen wurden. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse der verschiedenen Teilbereiche der betriebswirtschaftlichen Kostenlehre zeigt jedoch, daß noch starke Unterschiede zwischen den theoretisch und den empirisch abgeleiteten Kostenfunktionen bestehen, die entweder darauf zurückzuführen sind, daß die Prämissen der Kostentheorie nicht den industriellen Gegebenheiten entsprechen oder daß die Gegenüberstellung von Gesamtkosten als ungeteilter Komplex zu unterschiedlichen Beschäftigungsgraden bei den empirischenen Kostenuntersuchungen Fehlerquellen beinhaltet.

Der vorliegenden Arbeit ist daher die Aufgabe gestellt, die theoretischen Grundlagen für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen zu untersuchen und eine Erklärung für die bestehenden Unterschiede zwischen den Teilgebieten der betriebswirtschaftlichen Kostenlehre zu finden.

Die traditionelle Grundlage der Produktions- und Kostentheorie bildet das Ertragsgesetz. Es soll daher auch unsere erste Aufgabe sein, das Ertragsgesetz und die daraus abgeleiteten Kostenfunktionen darzustellen und mit Hilfe einer anschließenden kritischen Beurteilung zu ermitteln, inwieweit das Ertragsgesetz als theoretische Grundlage für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen geeignet ist.

Das Ertragsgesetz unterstellt eine alleinige funktionale Beziehung zwischen Kosten und Beschäftigung. Es soll daher im zweiten Kapitel untersucht werden, inwieweit die traditionelle Kostentheorie durch die Einbeziehung weiterer Kostenbestimmungsfaktoren in die Analyse, insbe-

sondere der Kapazität, der Faktorpreise, der Intensität, der Seriengrößen und der Faktorqualitäten, aussagefähiger gemacht werden kann.

Ein weiterer vielbeachteter Ansatz der Produktions- und Kostentheorie stellt die von Gutenberg entwickelte Theorie der Verbrauchsfunktionen dar, die neben der Beschäftigung insbesondere den Einfluß der Intensitäten der betrieblichen Teilbereiche auf den variablen Faktorverbrauch und damit auf die Kosten untersucht. Wir haben den Eindruck, daß in der Gutenbergschen Theorie der Verbrauchsfunktionen noch Möglichkeiten für eine weitere Entwicklung dieser Theorie offen stehen. Insbesondere durch die Berücksichtigung der Anpassungsprozesse bei den Faktoreinsatzfunktionen kann unseres Erachtens eine theoretische Grundlage für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen geschaffen werden. Mit Hilfe eines auf empirischem Zahlenmaterial aufgebauten Beispiele soll versucht werden, die Anwendungsfähigkeit der Theorie der Verbrauchsfunktionen für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen zu verifizieren.

Als Abschluß der vorliegenden Arbeit sollen die bedeutenden bisher durchgeführten empirischen Kostenuntersuchungen unter dem Gesichtspunkt der von uns in den vorhergehenden Kapiteln erzielten Ergebnisse einer kritischen Beurteilung unterzogen werden.

1. Theoretische Kostenfunktionen nach dem Ertragsgesetz

11 Die Produktionsfunktion nach dem Ertragsgesetz

Die traditionelle Kostentheorie geht zurück auf das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs, kurz Ertragsgesetz genannt, das in seiner ursprünglichen Fassung auf den Untersuchungen von TURGOT [1] und THÜNEN [2] basiert. Es besagt in seiner allgemeinen Form, daß bei Konstanz eines Produktionsfaktors oder einer Faktorgruppe und sukzessiver Vermehrung eines anderen Faktors oder einer anderen Faktorgruppe zuerst zunehmende und nach Erreichen einer optimalen Kombination der Produktionsfaktoren abnehmende Ertragszuwächse zu verzeichnen sind. Wird der variierte Faktor in überaus starkem Maße eingesetzt, kann er sogar destruktiv wirken, so daß nach Erreichen eines Maximums der Gesamtertrag wieder abnehmen kann.

THÜNEN erklärte das Ertragsgesetz am Beispiel der Landwirtschaft, und in den meisten volkswirtschaftlichen Lehrbüchern findet sich die Darstellung des Ertragsgesetzes mit Hilfe von Beispielen aus dem Bereiche der Landwirtschaft, die ausnahmslos aufzeigen, daß z. B. bei Konstanz der Produktionsfaktoren Boden und Kapital dem variierten Produktionsfaktor menschliche Arbeit Ertragsänderungen zugerechnet werden, die den schon erwähnten ertragsgesetzlichen Verlauf nehmen.

Empirische Untersuchungen über die Gültigkeit des Ertragsgesetzes für die Landwirtschaft wurden von MITSCHERLICH [3] durchgeführt. Sie zeigen, daß das Ertragsgesetz im wesentlichen für den Bereich der Landwirtschaft Gültigkeit besitzt, jedoch führen die von MITSCHERLICH ermittelten Ertragsfunktionen zu Kurvenverläufen, die keinen Wendepunkt besitzen, sondern vom Koordinatenursprung mit abnehmenden Ertragszuwächsen an-

1) Turgot, J., Réflexions sur la Formation et la Distribution des Richesses, 1766
2) Thünen, J.H.v., Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, Hamburg 1826
3) Mitscherlich, E.A., Die Ertragsgesetze, Berlin 1956

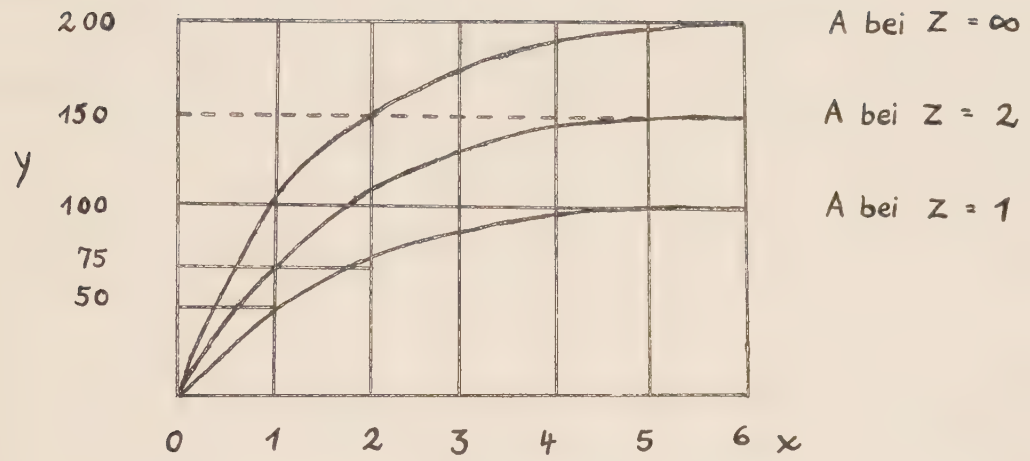


Abb. 1

steigen und sich asymptotisch dem Ertragsmaximum nähern. [1]

Das Ertragsgesetz wurde von der Landwirtschaft für die übrige Produktion, insbesondere für die Industrie übernommen, [2] ohne daß überprüft

---

1) Mitscherlich, E.A., a. a. O., S. 10
Mitscherlich bezeichnet mit X die Mengen des variierten Wachstumsfaktors, mit Y die Höhe des Pflanzenertrages, mit A den betreffenden Höchstertrag und mit Z den konstanten Faktor.

2) Stackelberg, H. v., Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, 2. Aufl., Bern und Tübingen 1951, S. 39: "Diese Regel, die wir weiterhin als das Gesetz des abnehmenden Grenzertrages oder kurz als Ertragsgesetz bezeichnen wollen, gilt also nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch in der übrigen Produktion, insbesondere auch in der Industrie."

wurde, ob unter den speziellen Bedingungen der industriellen Produktion das Ertragsgesetz ohne Einschränkungen als Grundlage einer allgemein gültigen Produktionsfunktion bezeichnet werden kann. [1)]

GUTENBERG bezeichnet die dem Ertragsgesetz entsprechende Produktionsfunktion als Produktionsfunktion vom Typ A. [2)] Sie wird dadurch gekennzeichnet, daß ein bestimmter Ertrag mit verschiedenen Faktorkombinationen realisiert werden kann. Voraussetzung hierzu ist die Substitutionalität der Produktionsfaktoren, die bedeutet, daß ein Produktionsfaktor zumindest innerhalb gewisser Grenzen durch einen anderen Produktionsfaktor ersetzt werden kann.

Neben die technischen Probleme der Produktion tritt durch die Möglichkeit des veränderlichen Faktoreinsatzes ein ökonomisches Problem, denn die Höhe der Marktpreise wird mitbestimmen, welche aus der Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten jeweils gewählt wird, jene nämlich, die dem Wirtschaftlichkeitsprinzip entspricht, also den gewünschten Ertrag mit einem Minimum an Kosten erzielt. Um dieses ökonomische Problem lösen zu können, muß untersucht werden, wie groß der produktive Beitrag jedes einzelnen Produktionsfaktors ist. Dies geschieht zweckmäßigerweise dadurch, daß man alle bis auf einen der Produktionsfaktoren konstant hält,

---

1) Vgl. aus der Vielzahl der Veröffentlichungen über das Ertragsgesetz: Gutenberg E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Erster Band, Die Produktion, 3. Aufl., Berlin Göttingen, Heidelberg 1957; Kilger W., Produktions- und Kostentheorie, in "Die Wirtschaftswissenschaften", Wiesbaden 1958; Meyer, A., Das Ertragsgesetz in der Industrie, Bern 1951; Koch, H., Untersuchungen über den Gültigkeitsbereich des Gesetzes vom abnehmenden Ertragszuwachs, Zeitschrift für die gesamten Staatswissenschaften, 1950; Stackelberg, H. v., Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, 2. Aufl., Bern und Tübingen 1951; Carell, E., Kostentheorie und Ertragsgesetz, in: Festschrift für H. Meyer, Zeitschrift für Nationalökonomie, 1949; Jacob, H., Zur neueren Diskussion um das Ertragsgesetz, Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, 1957; Kühn, U., Betrachtungen zur Theorie des Kostenverlaufs und des Ertragsgesetzes, Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 1956; Mehner, O., Industrielle Kosten- und Ertragsprobleme, Meisenheim 1956; Schneider, E., Theorie der Produktion, Wien 1934; Waffenschmidt, W. G., Produktion, Meisenheim 1955

2) Gutenberg, E., a. a. O., S. 193 ff.

einen Produktionsfaktor variiert und Ertragsänderungen dem variierten Faktor zurechnet.

Gehen wir aus von der Produktionsfunktion

$$x = f(r_1, r_2, \dots r_{n-1}, r_n).$$

x stellt in dieser Funktion den Ertrag dar, der durch die Kombination der Einsatzmengen $r_1, r_2 \dots r_n$ der Produktionsfaktoren $R_1, R_2 \dots R_n$ erzielt wird.[1] In dieser Funktion wollen wir die Faktoreinsatzmengen $r_1, r_2 \dots r_{n-1}$ konstant setzen:

$$x = f(\underbrace{r_1, r_2, \dots r_{n-1}}_{\text{konstant}}, r_n)$$

Führen wir für die konstanten Faktoren das Symbol C ein und vernachlässigen wir bei dem variierten Faktor den Index n, läß sich die Produktionsfunktion vereinfacht darstellen:

$$x = f(C, r)$$

Stellen wir diese Produktionsfunktion graphisch in einem rechtwinkligen Koordinatensystem dar, wobei wir auf der Abszisse die Einsatzmengen des variierten Faktors abtragen und auf der Ordinate den Ertrag, welcher dieser Faktor unter der Voraussetzung erzeugt, daß alle übrigen Faktoren konstant gehalten werden, so gelangen wir zu einer s-förmigen Kurve, die vom Koordinatenursprung ausgehend zuerst progressiv, nach Erreichen des Wendepunkts degressiv ansteigt und schließlich sogar absolut fällt. Von Bedeutung für die Produktionstheorie ist nur der Kurvenabschnitt zwischen Nullpunkt und Ertragsmaximum, da es ökonomisch sinnlos wäre, über den letzteren Punkt hinaus den Einsatz eines Produktionsfaktors zu vermehren.

Erhöhen wir in Abb. 2 den Einsatz des Produktionsfaktors R um Δ r von r_1 auf r_2, dann steigt der Ertrag um Δ x. Der Tangens des Winkels $\alpha = \frac{x}{r}$ gibt den durchschnittlichen Anstieg der Ertragsfunktion zwischen A und B an. Wird die zusätzlich eingesetzte Faktormenge Δ r immer mehr verringert, bis sie infinitesimal klein wird, dann nähern sich A und B solange, bis sie

---

1) Vgl. hierzu Kliger, W., Produktions- und Kostentheorie in "Die Wirtschaftswissenschaften", Wiesbaden 1958, S. 22 ff.

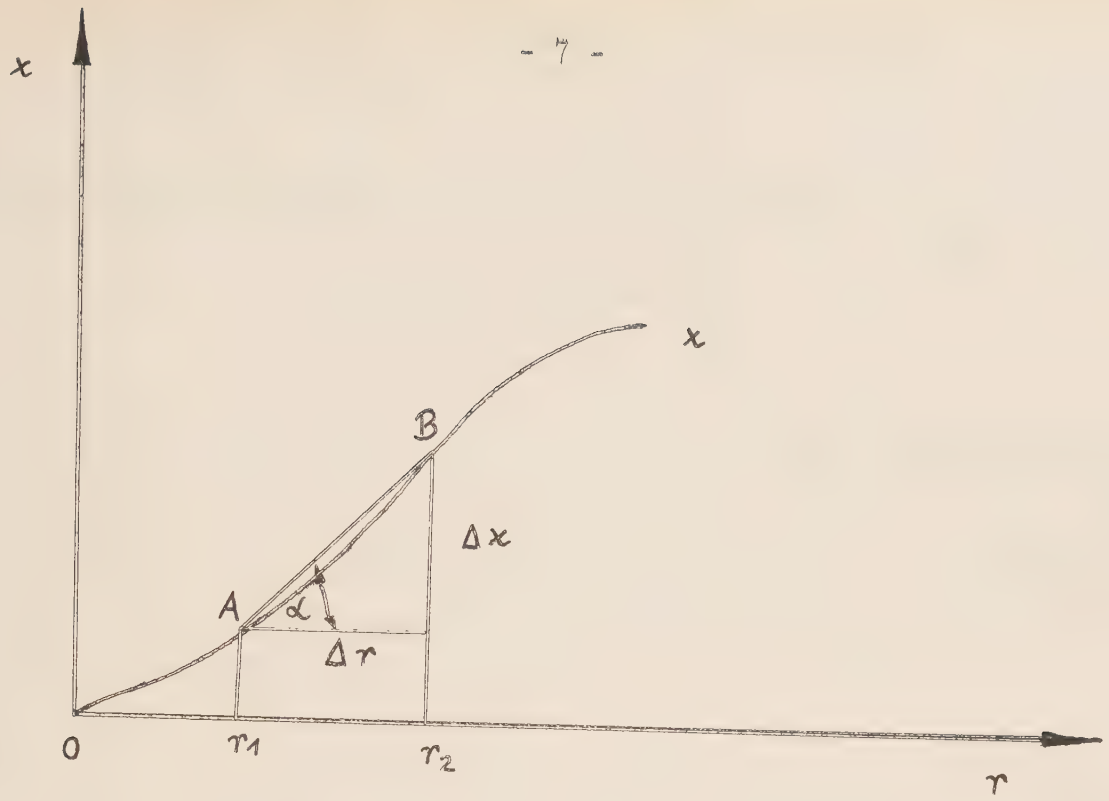


Abb. 2

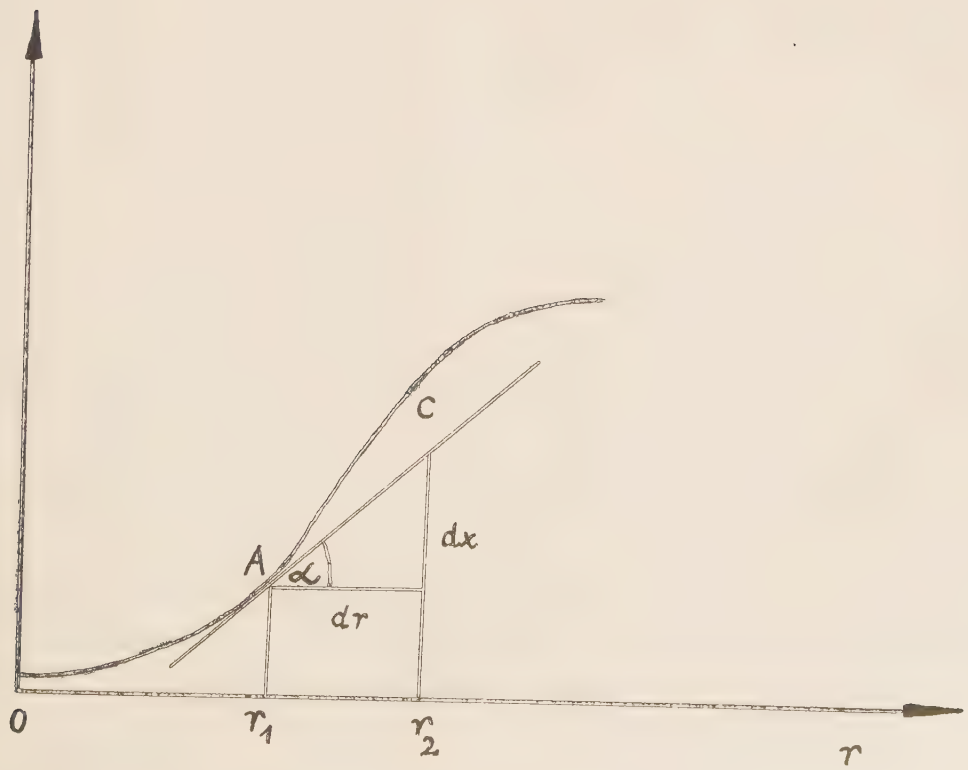


Abb. 3

schließlich in einem Punkt auf der Ertragskurve zusammenfallen.

$$\Delta r \xrightarrow{\lim} 0 \quad \frac{\Delta x}{\Delta r} = \frac{dx}{dr} = \alpha \, tg$$

Der Differenzenquotient $\frac{\Delta x}{\Delta r}$ wandelt sich zum Differentialquotienten $\frac{dx}{dr}$. Der Differentialquotient oder die erste Ableitung einer Funktion ist aber gleich ihrer Steigung, so daß wir den Differentialquotienten für einen beliebigen Punkt unserer Ertragsfunktion durch den Tangens ausdrücken können, den eine Tangente an die Ertragskurve mit der positiven Richtung der x-Achse bildet.

Die Steigung der Gesamtertragsfunktion bezeichnet man als Grenzproduktivität. Sie bildet "einen Maßstab für die Veränderung des Gesamtertrages" [1].

Aus der Gesamtertragsfunktion läßt sich die Grenzproduktivitäts- oder Grenzertragsfunktion ableiten, mathematisch durch Differentiation der Gesamtertragsfunktion, wenn diese formelmäßig bekannt ist oder geometrisch, wenn sie graphisch im Koordinatensystem dargestellt ist. Der Ordinatenwert der Grenzproduktivität einer bestimmten Faktoreinsatzmenge läßt sich ermitteln, indem man von der gewünschten Faktoreinsatzmenge auf der Abszisse auf die Gesamtertragskurve lotet, in dem Schnittpunkt die Tangente an die Gesamtertragskurve legt und die Tangente solange parallel zu sich verschiebt, bis sie den Abszissenwert - 1 schneidet. Der Ordinatenabschnitt zwischen Nullpunkt und dem Schnittpunkt zwischen Ordinate und der verschobenen Tangente ist gleich dem Tangens der Tangente, da der Nenner des Bruches $\frac{dx}{dr}$ die Größe - 1 angenommen hat. Ermitteln wir für mehrere Faktoreinsatzmengen die Grenzproduktivität, die gleich ist dem Tangens der an den zugehörigen Punkt der Gesamtertragsfunktion gelegten Tangente - die jeweilige Durchführung der beschriebenen geometrischen Konstruktion ist nicht erforderlich, zumal sie äußerst zeitraubend ist - und verbinden die den unterschiedlichen Faktoreinsatzmengen zugeordneten eingezeichneten Grenzproduktivitäten miteinander, dann erhalten wir in Abb. 4 die mit x' gekennzeichnete Grenzproduktivitätskurve.

---

1) Kilger, W., a.a.O., S. 23

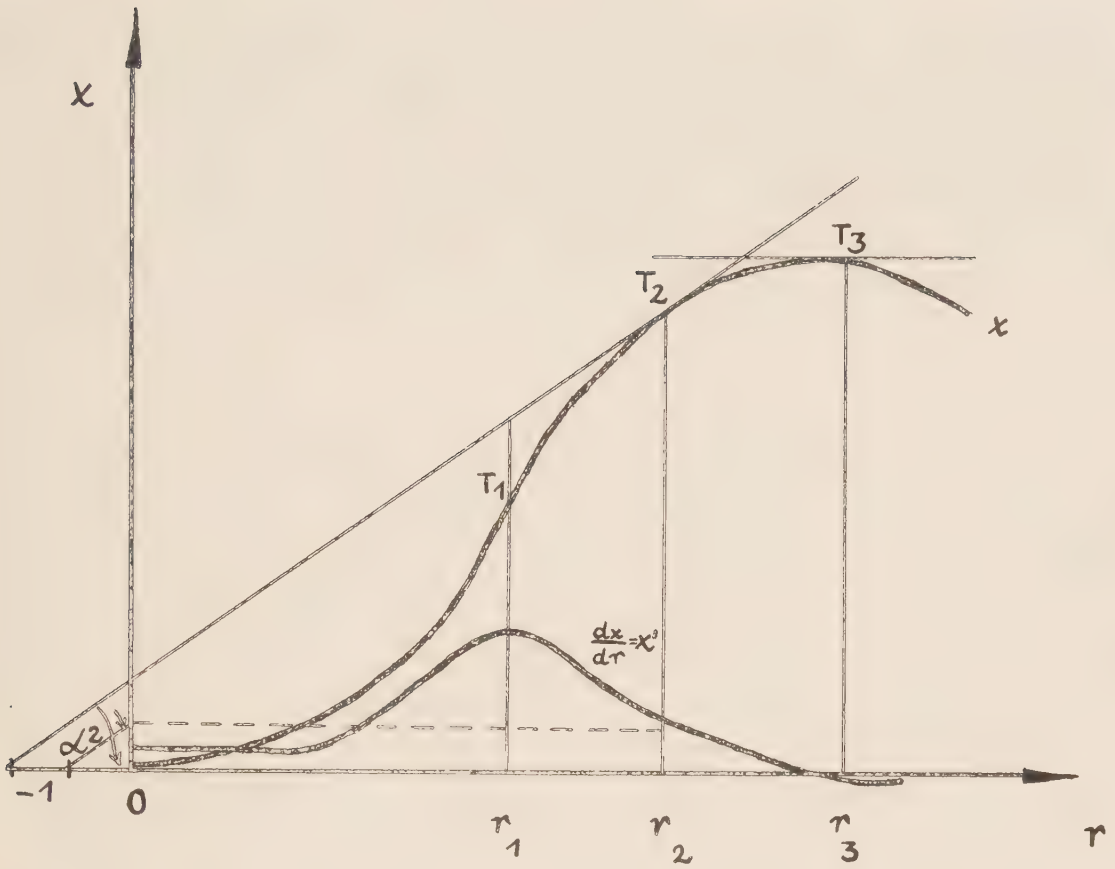


Abb. 4

Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, steigt die Grenzproduktivitätskurve zuerst langsam an, da der variable Produktionsfaktor nur in geringen Mengen eingesetzt wird, mit vermehrtem Einsatz von r nimmt x' zu, bis die Grenzproduktivitätskurve bei T_1 im Wendepunkt der Gesamtertragskurve ihr Maximum erreicht. In diesem Punkte sind die konstanten Faktoren mit dem variablen Faktor optimal kombiniert. Danach nimmt die Grenzproduktivität bis zum Gesamtertragsmaximum T_3 ab und wechselt, wenn die Faktoreinsatzmenge r_3 überschritten wird, sogar in den negativen Bereich über. Die Grenzproduktivität ist um so größer, je größer der Winkel α ist, den die an die Gesamtertragskurve gelegte Tangente mit der positiven Richtung der x-Achse bildet oder anders ausgedrückt, je größer der Anstieg der Gesamtertragsfunktion ist.

Multipliziert man die Grenzproduktivität $\frac{dx}{dr}$ des Produktionsfaktors R mit einer infinitesimal kleinen Faktoreinsatzmenge dr, dann erhält man mit dem Ausdruck $(\frac{dx}{dr})$. dr das Grenzprodukt dieses Faktors [1]. Es ist mathematisch das Differential der Gesamtertragsfunktion. Den Durchschnittsertrag e des Produktionsfaktors R erhalten wir durch Division des Gesamtertrages x durch den Faktorverbrauch r.

$$e = \frac{x}{r}$$

Der Durchschnittsertrag für eine beliebige Faktoreinsatzmenge r ist gleich dem Tangens, den ein an den zugehörigen Punkt der Gesamtertragskurve gezeichneter Fahrstrahl durch den Koordinatenursprung mit der positiven Richtung der x-Achse bildet. In Abb. 5 haben wir die drei Fahrstrahle OA_1, OA_2 und OA_3 eingezeichnet. Der Durchschnittsertrag nimmt zu, je größer der Winkel zwischen Abszisse und Fahrstrahl ist und erreicht dort sein Maximum, wo der Fahrstrahl zur Tangente an die Gesamtertragskurve wird. Zugleich fallen in dem Durchschnittsertragsmaximum Grenzproduktivität und Durchschnittsertrag zusammen, da der Anstieg der Tangente gleich der ersten Ableitung der Gesamtertragsfunktion ist. [2]

Ähnlich wie wir für den Produktionsfaktor R die Grenzproduktivität ermittelt haben, können wir für jeden beliebigen Produktionsfaktor R_i ($i = 1, 2, \ldots n$) die Grenzproduktivität ermitteln, indem wir alle Faktoren ausschließlich des Faktors konstant setzen, dessen Grenzproduktivität wir bestimmen wollen. Das Grenzprodukt eines beliebigen Produktionsfaktors R_i bezeichnet man als partielles Grenzprodukt und ersetzt, um zu zeigen, daß es sich um eine partielle Differentiation handelt, den lateinischen Buchstaben d durch das Symbol ∂ .

---

1) Auf den Unterschied zwischen partiellem und totalem Grenzprodukt wird weiter unten eingegangen.

2) Auf eine Darstellung des Vierphasenschemas des Ertragsgesetzes wird verzichtet, da es für unsere Untersuchung ohne Bedeutung ist. Vgl. hierzu Gutenberg, E., a. a. O., S. 198 ff.; Kilger, W., a.a. O., S. 25 ff.

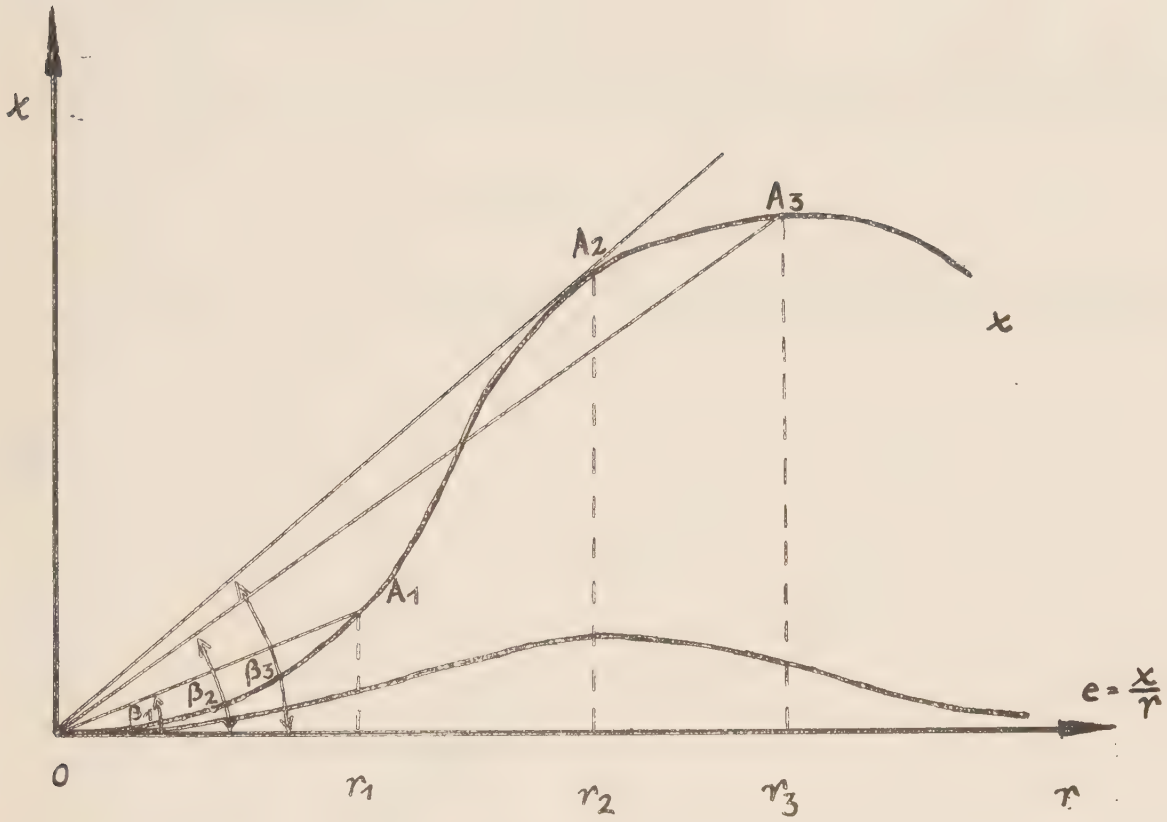


Abb. 5

Das partielle Grenzprodukt des Produktionsfaktors R_i ist gleich dem folgenden Ausdruck: $(\frac{\partial x}{\partial r}) \cdot dr$. Die Summe der partiellen Grenzprodukte ergibt das totale Grenzprodukt. Es gibt den Ertrag an, der durch den zusätzlichen Einsatz der variierten Faktoren entstanden ist.

$$dx = (\frac{\partial x}{\partial r_1}) dr_1 + (\frac{\partial x}{\partial r_2}) dr_2 + \ldots + (\frac{\partial x}{\partial r_n}) dr_n$$

Das totale Grenzprodukt ist der Gesamtheit der variierten Faktoren zuzurechnen. Es sagt jedoch nichts über die Grenzproduktivitäten der einzelnen Faktoren, "insbesondere kann man nicht sehen, ob die Grenzproduktivitäten mit wachsendem oder abnehmendem r_i zunehmen, fallen oder gleichbleiben. Die Grenzproduktivitäten kann man nur ermitteln, wenn die Funk-

tion $x = f(r_1, r_2 \dots r_n)$ bekannt ist und dann nach $r_1, r_2 \dots r_n$ differenziert wird." [1]

Gehen wir von einer Produktionsfunktion mit zwei variablen Produktionsfaktoren aus,

$$x = f(r_1, r_2)$$

dann können wir diese Funktion im dreidimensionalen Raum darstellen.

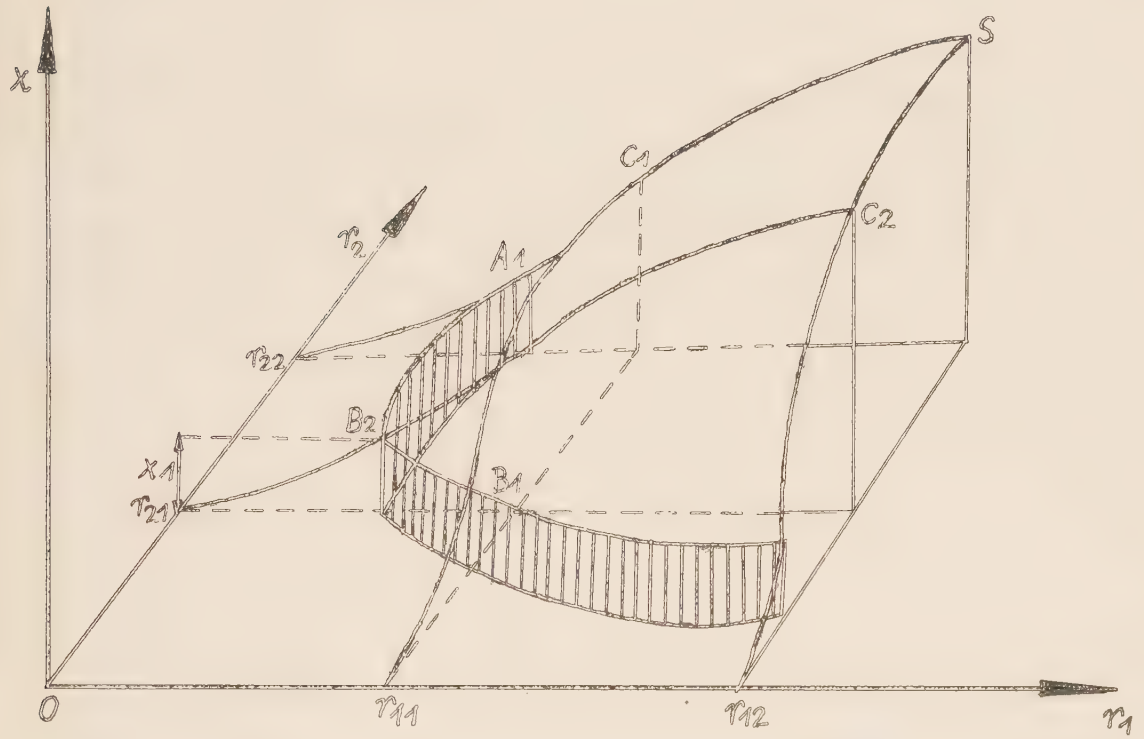


Abb. 6

Tragen wir auf den beiden horizontalen Koordinatenachsen die Faktoreinsatzmengen von R_1 und R_2 ab und auf der vertikalen Achse den Ertrag, der jeder Kombination von r_1 und r_2 entspricht, dann erhalten wir vom Koordinatenursprung ausgehend ein Ertragsgebirge, das sich über der r_1-

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 201

r_2-Ebene wölbt. Legen wir parallel zu den r_1- oder r_2-Achsen Schnitte durch das Ertragsgebirge, dann zeigen die Schnittkurven den eigentümlichen Kurvenverlauf des Ertragsgesetzes, da bei Konstanz eines Faktors der andere variiert wird. Lineare Schnittkurven erhält man für alle senkrechten Schnitte, die durch den Nullpunkt verlaufen. [1] Beide Produktionsfaktoren werden nämlich entlang diesen Schnittkurven mit gleichbleibendem Verhältnis variiert, so daß ihre Grenzproduktivitäten sich nicht verändern. "Geometrisch wirkt sich die Tatsache so aus, daß die Hülle des Ertragsgebirges durch eine Schar vom Nullpunkt ausgehender Geraden gebildet wird." [1]

Sollen drei oder mehr Produktionsfaktoren kombiniert werden, ist eine geometrische Darstellung nicht mehr möglich. Jedoch ist die analytische Darstellung unabhängig von der anschaulichen Raumvorstellung. [2] Man kann eine beliebige Anzahl von Variablen einführen und im übertragenen Sinne einen n-dimensionalen Raum bezeichnen.

---

1) Kilger, W., a. a. O., S. 29
2) Vgl. hierzu Waffenschmidt, W., Produktion, Meisenheim 1955, S. 51

12. Die aus dem Ertragsgesetz abgeleiteten Kostenfunktionen

Soll die Produktion nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit ausgerichtet werden, dann muß für jede Ausbringung die kostengünstigste Kombination realisiert werden. Man bezeichnet sie allgemein als Minimalkostenkombination [1], in der anglo-amerikanischen Literatur als "least-cost combination". Sie ist dann erreicht, wenn sich die Grenzproduktivitäten der Produktionsfaktoren zueinander verhalten wie ihre Preise oder wenn für alle eingesetzten Produktionsfaktoren die Grenzproduktivität des Geldes gleich ist; geometrisch ausgedrückt dann, wenn sich Ertrags- und Kostenisoquante tangieren.

Liegt mit Hilfe der Minimalkostenkombination das Mengengerüst der Kosten fest, dann läßt sich aus der Ertragsfunktion die zugehörige Kostenfunktion bestimmen. Multiplizieren wir die für einen bestimmten Ertrag erforderlichen Faktoreinsatzmengen mit ihren Preisen $(q_1, q_2 \dots q_n)$, dann nehmen die mit verschiedenen Dimensionen versehenen Produktionsfaktoren die gleiche Dimension an, nämlich Geldeinheiten, und werden dadurch addierbar. Die Summe der bewerteten Faktoreinsatzmengen ist aber gleich den gesamten variablen Kosten:

$$K_v = r_1 q_1 + r_2 q_2 + \dots + r_n q_n,$$

so daß wir die Produktionsfunktion nun als monetäre Produktionsfunktion wie folgt schreiben können:

$$x = f(K_v)$$

Die absolut fixen und intervallfixen Faktoren sind in dieser Gleichung nicht mit berücksichtigt, da sie allein keinen Ertrag hervorbringen können.

Jeder Funktion mit einer unabhängigen und einer abhängigen Veränderlichen

---

1) Es würde über den Rahmen unserer Arbeit hinausführen, die Minimalkostenkombination mathematisch abzuleiten, zumal sie in vielen einschlägigen Lehrbüchern behandelt wird.
Vgl. hierzu Gutenberg, E., a. a. O., S. 207 ff.; Kilger, W., a. a. O., S. 29 ff. und die dort angegebene Literatur.

kann eine Umkehrfunktion zugeordnet werden. Als Umkehrfunktion der monetären Produktionsfunktion ergibt sich die Kostenfunktion:

$$K_v = \varphi\ (X)$$

Die Gesamtkosten setzen sich aus den variablen und den fixen Kosten zusammen, da die fixe Kosten verursachenden Potentialfaktoren zwar nicht unmittelbar in das Produkt eingehen, jedoch ihr Leistungspotential für einen bestimmten Zeitraum zur Verfügung stellen.

$$K = K_v + K_f$$

Bei der graphischen Darstellung der monetären Produktionsfunktion berücksichtigen wir die Potentialfaktoren, indem wir die Produktionsfunktion nicht im Koordinatenursprung beginnen lassen, sondern die konstanten Faktoren mit ihrem Preis multiplizieren und auf der Abszisse eintragen (OA).

Die monetäre Produktionsfunktion nimmt ihren Ursprung erst im Punkte A. Die Kostenfunktion als Umkehrfunktion der Ertragsfunktion ergibt sich dann durch Spiegelung der Ertragsfunktion an der 45°-Linie.

Wie HALLER [1] nachgewiesen hat, bestehen zwischen den Ableitungen inverser Funktionen reziproke Beziehungen. Grenzproduktivität und Grenzkosten sowie Durchschnittsertrag und Durchschnittskosten verhalten sich reziprok zueinander. In der Abb. 8 sind die durch Inversion der Produktionsfunktion ermittelten Kostenkurven dargestellt.

K stellt die Gesamtkostenkurve dar, die zuerst degressiv steigend und nach Erreichen des Wendepunktes progressiv steigend verläuft.

K_f zeigt die Höhe der fixen Kosten an. Sie fallen unabhängig von der Beschäftigung an. Ihre Kurve verläuft parallel zur Abszisse. Die Gesamtkostenkurve nimmt im Schnittpunkt zwischen der Ordinate und der Kurve der fixen Kosten ihren Ursprung.

---

1) Haller, H., Der symmetrische Aufbau der Kostentheorie, Zeitschrift für die gesamten Staatswissenschaften, 1949, S. 429 ff.

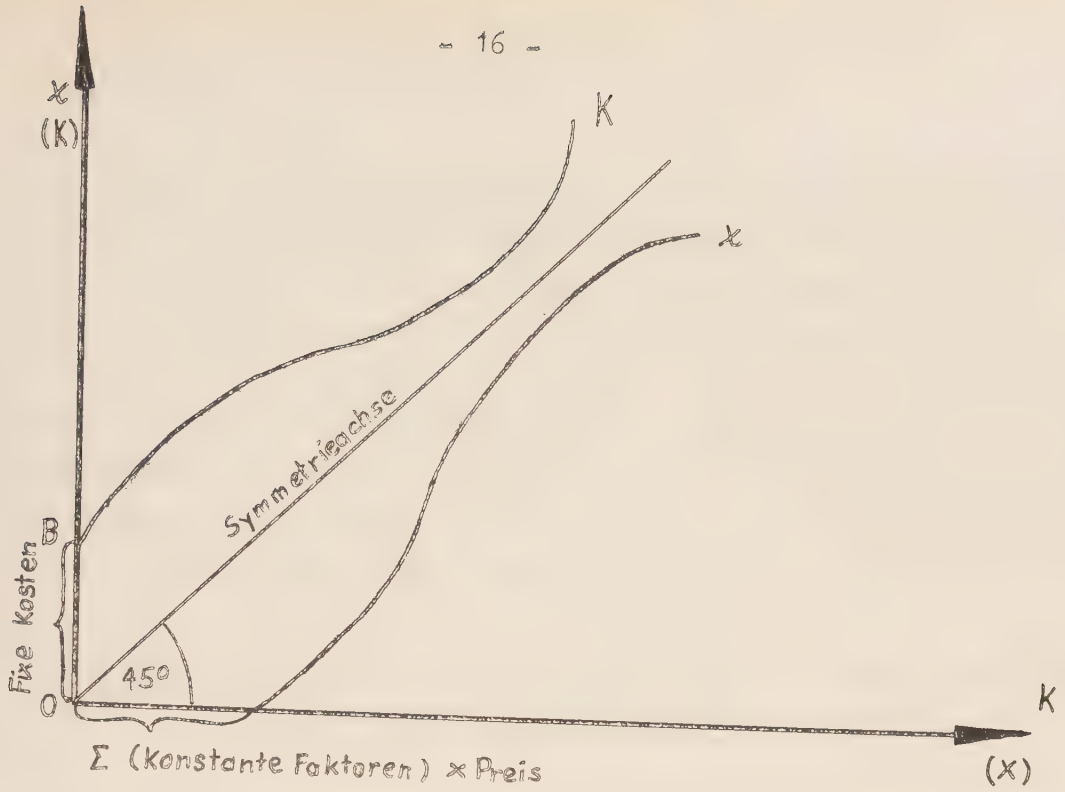

x
(K)
K
x
Symmetrieachse
B
Fixe Kosten
0
45°
K
Σ (konstante Faktoren) x Preis
(X)

Abb. 7

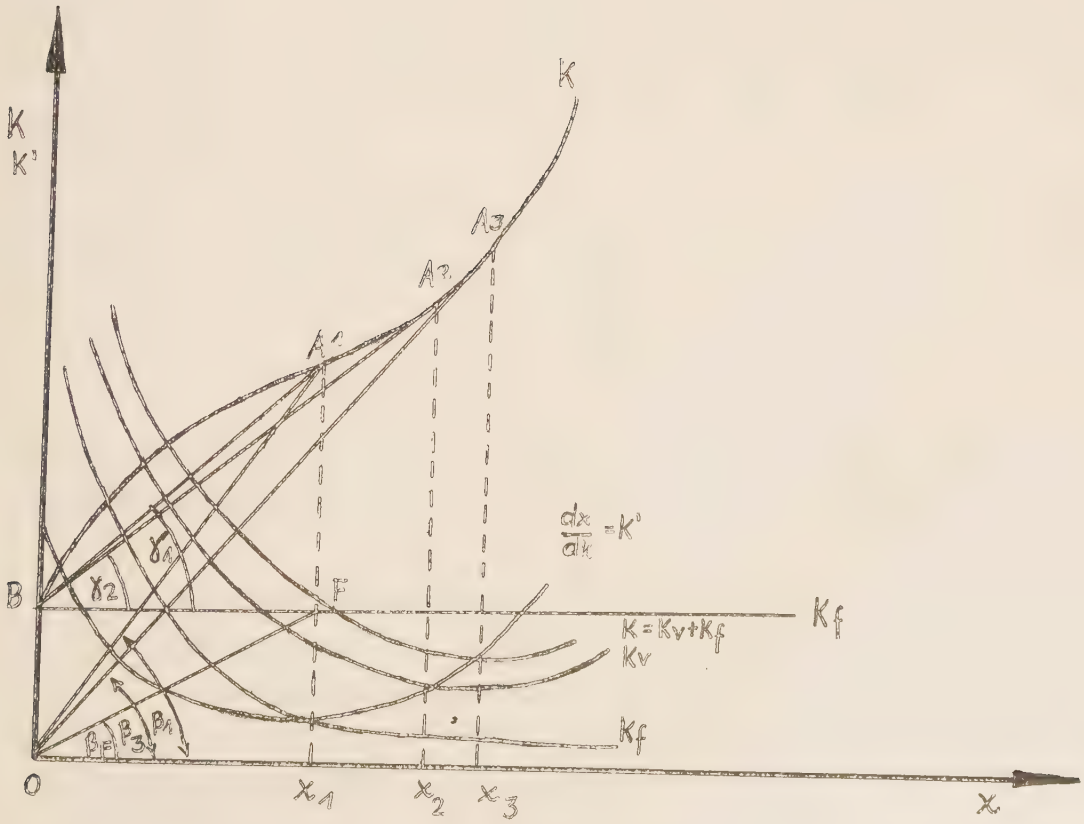

K
K'
K
A3
A2
A1
dx/dk = K'
B
γ2
γ1
F
Kf
K = Kv + Kf
Kv
Kf
β3
β1
0
x1
x2
x3
x

Abb. 8

K' Die Grenzkosten bilden einen Maßstab für den Anstieg der Gesamtkostenkurve. Mathematisch sind sie gleich dem Differentialquotienten der Gesamtkostenfunktion, geometrisch gleich dem Tangens des Winkels, den eine in einem beliebigen Punkt an die Gesamtkostenkurve gelegte Tangente mit der positiven Richtung der x-Achse bildet. Die Grenzkosten fallen solange, bis die Gesamtkostenkurve den Wendepunkt erreicht; denn die Gesamtkosten nehmen zwar absolut zu, aber in geringerem Maße als die Beschäftigung. Die Grenzkosten erreichen bei x_1 ihr Minimum und nehmen mit wachsender Progression der Gesamtkosten immer stärker zu.

k_v Die durchschnittlichen variablen Kosten oder variablen Stückkosten ergeben sich als Quotient aus gesamten variablen Kosten und der Beschäftigung:

$$k_v = \frac{K_v}{x}$$

Geometrisch sind sie für eine beliebige Beschäftigung gleich dem Tangens des Winkels, den ein Fahrstrahl vom Ursprung der Gesamtkostenkurve an die Gesamtkostenkurve mit der Fixkostenkurve K_f bildet. Die variablen Stückkosten fallen mit wachsender Beschäftigung, bis der Fahrstrahl zur Tangente an die Gesamtkostenkurve wird. In diesem Punkt sind die variablen Stückkosten gleich den Grenzkosten. Die Grenzkostenkurve schneidet k_v in ihrem Minimum.

k_f Die durchschnittlichen fixen Kosten ergeben sich als Quotient aus den fixen Kosten und der Beschäftigung:

$$k_f = \frac{K_f}{x}$$

Geometrisch sind sie gleich dem Tangens des Winkels, den ein Fahrstrahl vom Koordinatenursprung an die Fixkostengerade bildet.

Die durchschnittlichen fixen Kosten verhalten sich umgekehrt proportional zur Beschäftigung, d. h. sie nehmen mit wachsender Beschäftigung immer mehr ab. Die Kurve der durchschnittlichen fixen Kosten verläuft asymptotisch zur Abszisse, sie fällt hyperbolisch und nähert sich mit zunehmender Beschäftigung immer mehr der Abszisse, ohne diese jedoch zu schneiden.

k Die Durchschnittskosten oder Stückkosten erhält man durch Division der gesamten Kosten durch die Beschäftigung:

$$k = \frac{K}{x}$$

Geometrisch sind sie für eine beliebige Beschäftigung gleich dem Tangens des Winkels, den ein Fahrstrahl vom Koordinatenursprung an den zugehörigen Punkt der Gesamtkostenkurve mit der positiven Richtung der x-Achse bildet. k fällt mit wachsender Ausbringung, auch wenn die Grenzkosten schon steigen, da die Progressionswirkung der Grenzkosten durch die Degressionswirkung der fixen Kosten überkompensiert wird, und erreicht ihr Minimum, wenn der Fahrstrahl zur Tangente an die Gesamtkostenkurve wird. In diesem Punkte sind die Grenzkosten und die Durchschnittskosten gleich. Die Grenzkostenkurve schneidet also die Stückkostenkurve in ihrem Minimum. Liegen die Grenzkosten über den Durchschnittskosten, dann steigt die Durchschnittskostenkurve, jedoch in geringerem Maße als die Grenzkostenkurve.

13. Überprüfung der Eignung des Ertragsgesetzes als theoretische Grundlage für die Ermittlung industrieller Kostenkurven

Nach der Darstellung des Ertragsgesetzes und der daraus abgeleiteten Kostenkurven stellt sich die Frage, ob das Ertragsgesetz die theoretische Grundlage für industrielle Kostenkurven bilden kann.

Die Diskussion über die Gültigkeit des Ertragsgesetzes für die Industrie zieht sich schon über Jahrzehnte hin. CLAPHAM [1] bezeichnete bereits 1922 die Ertragsgesetze als "leere Schachteln", die für die Wirtschaft ohne Bedeutung seien. Dennoch blieb die aufgeworfene Frage ein offenes Problem der Produktions- und Kostentheorie, bis die grundlegenden Untersuchungen GUTENBERGs 1951 die Diskussion heftig entfachten und inzwischen nach unserer Ansicht eine vorläufige Klärung der Streitfrage herbeiführten [2], mit dem Ergebnis, daß zwar in einigen seltenen Fällen ertragsgesetzliche Wirkungen in der Industrie beobachtet werden können, daß jedoch die allgemeine Gültigkeit des Ertragsgesetzes für die industrielle Produktion verneint werden muß.

---

1) Clapham, J. H., Of empty economic Boxes, The Economic Journal, London 1922, Vol. 32, S. 305 ff.

2) Vgl. zur neueren Diskussion über das Ertragsgesetz: Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Erster Band, Die Produktion, 1. Aufl., Berlin Göttingen, Heidelberg 1951, 2. Aufl., 1954 und 3. Aufl. 1957; Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, in "Die Wirtschaftswissenschaften", Wiesbaden 1958; Meyer, A., Das Ertragsgesetz in der Industrie, Bern 1951; Kartaun, J., Die Beziehungen zwischen den Produktionsfunktionen und den Sollkostenfunktionen unter besonderer Berücksichtigung der Zeit, Diss. Köln 1958; Blaschka, B., Betrachtungen zur neueren Produktionsfunktion, ZfB 1957, S. 436 ff.; Jacob, H., Zur neueren Diskussion um das Ertragsgesetz, ZfhF 1957, S. 598 ff.; Koch, H., Untersuchungen über den Gültigkeitsbereich des Gesetzes vom abnehmenden Ertragszuwachs, Zeitschrift für die gesamten Staatswissenschaften 1950, S. 309 ff.; Kühn, U., Betrachtungen zur Theorie des Kostenverlaufs und des Ertragsgesetzes, Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1956, S. 389 ff.; Mehner, O., Industrielle Kosten- und Ertragsprobleme, Meisenheim 1956; Nürck, R., Die Gesamtkostenfunktion, Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1957, S. 442 ff.; Plaut, H.-G., Die Grenz-Plankostenrechnung, ZfB 1953, S. 347 ff. und S. 402 ff.; Weller, Th., Errechnung der Minimalkostenkombination als Grundlage für unternehmerische Entscheidungen, ZfB 1957, S. 172 ff.; Hermann K., Zur Interpretation des Ertragsgesetzes, ZfB 1958, S. 409 ff. und S. 485 ff.

Es würde über den Rahmen unserer Arbeit hinausführen, die Prämissen des Ertragsgesetzes als geschlossenes System darzustellen. [1] Näher untersucht werden sollen hier vor allem diejenigen Prämissen, auf die sich vorwiegend die Kritik gegen das Ertragsgesetz stützt, nämlich die Prämissen der Substitutionalität der Produktionsfaktoren, der direkten funktionalen Beziehung zwischen Faktoreinsatz und die Prämisse des konstanten Faktors.

131. Limitationale und substitutionale Produktionsfaktoren

Eine der Hauptprämissen des Ertragsgesetzes besteht in der Substitutionalität der Produktionsfaktoren. Diese Prämisse besagt, daß bei konstantem Ertrag ein Produktionsfaktor zumindest innerhalb gewisser Grenzen durch einen anderen ersetzt werden kann.

Legen wir in Abb. 6 Schnitte parallel zur r_1-r_2-Ebene durch das Ertragsgebirge und projizieren die Schnittkurven auf die r_1-r_2-Ebene, dann geben uns die Kurven, Indifferenzlinien genannt , die möglichen Kombinationen der beiden Produktionsfaktoren R_1 und R_2 an, mit denen ein bestimmter Ertrag x_i ($i = 1, 2, \ldots n$) erzielt werden kann. Der Substitutionsbereich soll (s. Abb. 9) durch die Kurven OA und OB begrenzt sein. Innerhalb des Substitutionsbereiches AOB besteht nach diesem Modell eine unendlich große Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten zwischen R_1 und R_2. Um hieraus überhaupt ein eindeutiges Gerüst der Faktoreinsatzmengen und damit der Kosten festzulegen, muß, wie schon erwähnt wurde, als zusätzliche Aussage die Realisierung der Minimalkostenkombination hinzutreten.

Entspricht nun diese Aussage der Substitutionalität, der Wahlmöglichkeit zwischen einer Vielzahl produktiver Kombinationen, der industriellen Wirklichkeit? [2] Einige der wichtigsten Produktionsfaktoren im Industriebetrieb stellen die Fertigungsmaterialien, die manuelle Arbeit und die

---

1) Vgl. hierzu Kartaun, J., Die Beziehung zwischen den Produktionsfunktionen und den Sollkostenfunktionen unter besonderer Berücksichtigung der Zeit, Diss. Köln 1958, S. 27 ff.

2) Vgl. auch Wittmann, W., Lineare Programmierung und traditionelle Produktionstheorie, Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung 1960, S. 3 ff.

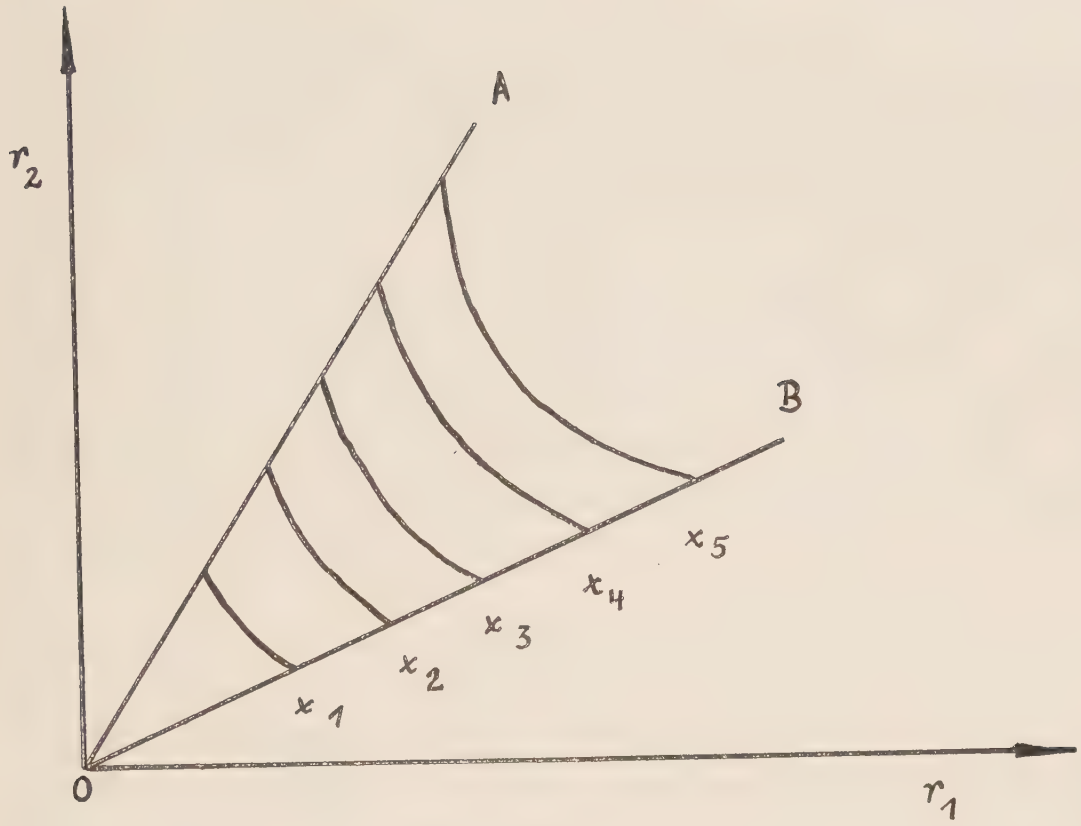


Abb. 9

Maschinenarbeit dar. Lassen sich für sie weitgehende Substitutionsmöglichkeiten ermitteln, dann dürfte die Prämisse der Substitutionalität als erfüllt anzusehen sein. [1)]

Der Bedarf an Fertigungsmaterial wird eindeutig durch Stücklisten oder Rezepturen festgelegt. Er verhält sich proportional zur Ausbringung und wird durch die geplante Produktion limitiert. Soll die Produktion gesteigert werden bei konstantem Fertigungsmaterialeinsatz, z. B. in der chemischen Industrie durch erhöhten Einsatz der übrigen Produktionsfaktoren, dann wird der produktive Beitrag der variierten Faktoren gleich

1) Vgl. hierzu auch Kilger, W., Die Produktions- und Kostentheorie als theoretische Grundlage der Kostenrechnung, ZfhF 1958, S. 553 ff.

null sein. Schwefelsäure entsteht bekanntlich aus der Verbindung von SO_3 und H_2O zu H_2SO_4. Bei konstantem SO_3 wird jeder Zusatz von H_2O, der über die durch die chemische Formel bestimmte Relation zwischen SO_3 und H_2O hinausgeht, zu keiner Produktionssteigerung führen. Eine größere Anlieferung von Autoteilen an ein im Taktverfahren arbeitendes Montageband wird ebenfalls ergebnislos bleiben, es sei denn der Einsatz der übrigen Produktionsfaktoren wird ebenfalls variiert. Umgekehrt bleibt bei konstantem Fertigungsmaterialeinsatz eine Variation der übrigen Produktionsfaktoren ohne produktives Ergebnis. Wir können also sagen, daß für die Industrie das Fertigungsmaterial als ein limitationaler Produktionsfaktor bezeichnet werden kann.

Neben dem Fertigungsmaterial stellt die manuelle Arbeit einen bedeutenden Produktionsfaktor dar. Überall dort, wo eine eindeutig meßbare Leistung als Entlohnungsmaßstab vorzufinden ist, besteht die Tendenz zur Entlohnung im Akkordsystem. Akkordlöhne sind aber an die Produktmengen limitational gebunden. Die Einsatzmengen des Produktionsfaktors Arbeit je Stück, ausgedrückt in den Lohnkosten je Stück, bleiben beim Akkordlohn konstant und zwar über den ganzen Fertigungsbereich, von Null bis zur Kapazitätsgrenze. Wir können daher den Produktionsfaktor Arbeit, der nach dem Akkordsystem entlohnt wird, als limitationalen Produktionsfaktor bezeichnen.

Keine solch eindeutigen proportionalen Beziehungen zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung wie bei im Akkordlohn vergüteter Arbeit lassen sich [illegible] im Zeitlohn vergüteten Arbeit zuordnen. Beim Zeitlohn wird der Produktionsfaktor Arbeit nicht nach der Leistung sondern für die Anwesenheit entlohnt. Sehen wir von der von GUTENBERG geforderten leistungsmäßigen Konstanz ab, ist es durchaus möglich, daß der im Zeitlohn entlohnte Faktor Arbeit im gleichen Zeitraum verschiedene Leistungspotentiale realisieren kann.

Empirische Untersuchungen über Substitutionsmöglichkeiten in der Industrie hat A. MEYER vorgenommen.[1] An insgesamt vier praktischen Beispielen zeigt MEYER, daß in einigen Fällen auch in der Industrie das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs wirksam werden kann.

---

1) Meyer, A., Das Ertragsgesetz in der Industrie, Bern 1951, S. 53 ff.

a) Zahlenmäßig konstanter Aggregateinsatz bei veränderten Drehzahlen und variabler Einsatz der Produktionsfaktoren Fertigungsmaterial und manuelle Arbeit

MEYER untersucht diesen Fall am Beispiel eines Automaten, der vorbereitete Teile mit verschieden hohen Arbeitsgeschwindigkeiten zu Stanzteilen weiterverarbeitet. [1] Da es in der Industrie viele ähnlich gelagerte Produktionsvorgänge geben dürfte, wollen wir diesen Fall unter Außerachtlassung technischer Einzelheiten generalisierend wie folgt darstellen. Ist ein bestimmtes Aggregat gegeben und läuft dieses mit einer relativ niedrigen Drehzahl, dann ist der Ausschuß in der Regel gering. Mit zunehmender Drehzahl des Automaten steigt der prozentuale Anteil des Ausschusses an der Ausbringung an, während der auf eine Ausbringungseinheit entfallende Arbeitseinsatz, ausgedrückt in den Lohnkosten je Stück fällt. Wird die Intensität des Aggregates weiter gesteigert, dann nimmt der Ausschuß solche Ausmaße an, daß trotz Erhöhung der Drehzahl die Anzahl der je Zeiteinheit gefertigten guten Stücke absolut abnimmt, der auf eine Ausbringungseinheit entfallende Arbeitseinsatz beginnt dann zu steigen.

Nach MEYER stellen in diesem Beispiel die Produktionsfaktoren Fertigungsmaterial und manuelle Arbeit variable Produktionsfaktoren und der Automat einen konstanten Faktor im Sinne des Ertragsgesetzes dar. Mit zunehmender Drehzahl des Automaten nimmt die Grenzproduktivität des Produktionsfaktors Fertigungsmaterial auf Grund der ständig wachsenden Ausschußquote ab, während die Grenzproduktivität des Produktionsfaktors manuelle Arbeit zuerst steigt und später wieder abnimmt.

Das von MEYER untersuchte Beispiel deckt zweifellos Zusammenhänge auf, deren quantitative Analyse für die Weiterentwicklung der Produktions- und Kostentheorie von großer Bedeutung ist; es erscheint aber zweifelhaft, ob es sich hierbei streng genommen noch um den Tatbestand des Ertragsgesetzes handelt. MEYER bezeichnet als konstanten Faktor das "Anlagevermögen" und

1) Meyer, A., a. a. O., S. 59 ff. Vgl. hierzu auch Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, Wiesbaden 1958, S. 51

versteht darunter den Maschinenbestand. Aber nicht der Bestand, sondern die Leistungsabgänge, deren wertmäßiges Aequivalent in der Kostenrechnung die verbrauchsbedingten Abschreibungen bilden, stellen jedoch den eigentlichen produktiven Beitrag einer Maschine dar. Weiterhin ist die Maschinenarbeit ein komplexer Produktionsfaktor, der sich aus der Maschinenentwertung, dem Werkzeugverschleiß, dem Instandhaltungsaufwand, dem Energieverbrauch, dem Schmiermittelverbrauch, dem Verbrauch an Reinigungsmitteln und der anteiligen Raumnutzung zusammensetzt. Wird die Laufgeschwindigkeit einer Maschine verändert, so steigt oder sinkt auch der Aufwand pro Ausbringungseinheit. Das Mehrprodukt ist daher nicht allein den variierten Produktionsfaktoren Fertigungsmaterial und manuelle Arbeit zuzurechnen, sondern der gesamten Faktorkombination, da der von MEYER konstant gesetzte Produktionsfaktor "Anlagevermögen" nicht nur sein Verhalten geändert hat, sondern auch in seinem Bestand verändert wurde. [1)]

In dem angeführten Beispiel lassen sich eindeutig Substitutionsmöglichkeiten zwischen den Produktionsfaktoren Fertigungsmaterial und manuelle Arbeit erkennen. Dennoch möchten wir der Schlußfolgerung MEYERs [2)]: "Es wirkt das Ertragsgesetz" nicht zustimmen, da der Produktionsfaktor "Anlagevermögen" nicht als konstanter Faktor im Sinne des Ertragsgesetzes bezeichnet werden kann. Es handelt sich daher bei diesem Beispiel um einen Problemkreis, der über das Ertragsgesetz hinausführt.

b) Kombination von Arbeits- und Maschinenleistungen bei unterschiedlichem Bedienungsverhältnis

Bei vielen industriellen Produktionsprozessen läßt sich die von einem Arbeiter bediente Anzahl Maschinen variieren, wobei sich die Frage ergibt, welches Bedienungsverhältnis optimal ist. In Fällen dieser Art wird die manuelle Arbeit als konstanter Faktor angesehen und die alternativ eingesetzten Aggregate als variabler Faktor im Sinne des Ertragsgesetzes.

---

1) Auf die daraus erwachsende Problematik werden wir noch eingehender bei der Abhandlung des konstanten Faktors in Kapitel 133 zurückkommen.

2) MEYER, A., a. a. O., S. 65

Bereits 1912 beschäftigte sich VOGELSTEIN mit diesem Problemkreis: [1] "Hundert Arbeiter werden imstande sein, zuerst immer mehr zu produzieren, je mehr sie mit Kapitalien, sagen wir mit Webstühlen, ausgerüstet sind. Steigern wir die Maschinenzahl über das Optimum hinaus, so wird die Produktion absolut noch zunehmen, aber relativ zurückgehen. Man steht unter dem Gesetz abnehmenden Ertrags. Da wird ein Webstuhl eine Zeitlang stillstehen, weil der Faden gerissen ist und der Weber noch an der anderen Maschine beschäftigt ist; da werden die Maschinen schlechter laufen, weil nicht genug Zeit ist, sie in gutem Zustand zu halten. Von einem gewissen Punkt an wird der Ertrag sogar absolut zurückgehen und endlich ganz aufhören. Denn die Arbeiter werden den ganzen Tag damit beschäftigt sein, die Maschinen nur notdürftig zu putzen." MEYER versucht in seinem Beispiel: Versuche mit mehreren Automaten [2] den Faktor Arbeit konstant zu halten und den Faktor Anlagevermögen zu variieren und zwar, indem er einen Arbeiter nacheinander über einen jeweils gleich langen Zeitraum 1, 2, 3, 4 und 5 Automaten bedienen läßt, die mit konstanter Drehzahl laufen. Mit zunehmendem Einsatz von Automaten steigt die erstellte Produktmenge proportional; sobald jedoch ein Arbeiter mehr als 2 Automaten bedienen muß, nimmt der Produktzuwachs für jeden zusätzlichen Automaten ab, die Ausschußmenge hingegen nimmt zu.

Diese Erscheinung läßt sich darauf zurückführen, daß mit zunehmender Zahl der durch den Arbeiter zu überwachenden Automaten die der einzelnen Maschine gewidmete Aufmerksamkeit zurückgeht und auftretende Defekte und Störungen nicht sofort beseitigt werden. Unterstellen wir den Faktor Arbeit als konstant, dann läßt sich eine abnehmende Grenzproduktivität des variierten Faktors "Anlagevermögen" und nach MEYER das Gesetz der zunehmenden Grenzkosten feststellen. [3]

Das Problem des veränderlichen Bedienungsverhältnisses läßt sich auch in umgekehrter Weise untersuchen, indem man das "Anlagevermögen" als konstant betrachtet und die Arbeiterzahl variiert. Diesen Weg beschreitet MEYER,

---

1) Vogelstein, Das Ertragsgesetz in der Industrie, Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 34. Bd. 1912, S. 787 ff. zitiert nach Meyer, A., a. a. O., S. 65 ff.

2) Meyer, A., a. a. O., S. 65 ff.

3) Meyer, A., a. a. O., S. 69

indem er für die Montage von Sägemaschinen untersucht, wie sich bei einer konstanten Anzahl von Montagestellen die sukzessive Variation der Arbeiterzahl auswirkt. Er gelangt hierbei zu dem Ergebnis, daß der gesamte Ertrag pro Arbeitsstunde mit wachsendem Arbeitseinsatz zunächst proportional steigt und dann degressiv verläuft; [1] die Grenzproduktivität des Produktionsfaktors Arbeit zeigt daher zuerst konstante Werte, um später zu fallen. Wir erhalten den ertragsgesetzlichen Kurvenverlauf mit der Abweichung, daß das untere Teilstück der Ertragskurve statt progressiv proportional ansteigt. "Das Ertragsgesetz hat somit ... auch für diese einzelne Produktionsmittelkombination Gültigkeit." [2]

c) Kombination von einfacher und qualifizierter Arbeit

Bei vielen industriellen Produktionsprozessen kann man die Relation zwischen gelernten Facharbeitern und ungelernten Hilfsarbeitern variieren, also Facharbeiter innerhalb gewisser Grenzen durch Hilfsarbeiter substituieren und umgekehrt. Wie MEYER im einzelnen begründet, wird hierbei in folgender Weise das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs wirksam: [3] Werden in einem Betrieb nur Facharbeiter eingesetzt, so müssen diese neben den qualifizierten Arbeiten, denen ihr Einsatz entspricht, auch die einfachen Arbeiten mit übernehmen. Bei konstanter Facharbeiterzahl muß daher die Einstellung von Hilfsarbeitern zunächst die Grenzproduktivität je Stunde verbessern, denn die Facharbeiter können sich nunmehr in zunehmendem Maße auf ihre Spezialarbeiten konzentrieren. Steigt jedoch die Hilfsarbeiterzahl über einen bestimmten Optimalwert hinaus, so müssen die Hilfskräfte neben den einfachen Arbeiten auch einen Teil der qualifizierten mit übernehmen. Hierfür sind sie jedoch nicht genügend geschult, so daß die Grenzproduktivität pro Stunde wieder abnimmt.

Die Untersuchungen MEYERs zeigen eindeutig, daß unter Zugrundelegung bestimmter Verhaltensweisen des dispositiven Faktors sich selbstverständlich in der Industrie Beispiele konstruieren lassen, die ertragsgesetzliche Wirkungen zeigen. Unter bestimmten Voraussetzungen gilt das Ertragsgesetz durchaus in der Industrie, unsere Fragestellung beschränkt sich aber darauf, ob es als repräsentativ für die Industrie anzusehen ist, ob es die theoretische Grundlage für die Ermittlung industrieller Kostenkurven bilden kann.

1) Meyer, A., a. a. O., S. 54 ff.
2) Derselbe, a. a. O., S. 57
3) Meyer, A., a. a. O., S. 69 ff.

MEYER folgert aus seinen Untersuchungsergebnissen mit Recht, daß es auch in der Industrie betriebliche Produktionsprozesse gibt, bei denen das Ertragsgesetz wirksam werden kann. [1] Er gelangt aber keineswegs zu den dem Ertragsgesetz entsprechenden s-förmigen Gesamtkostenkurvenverläufen. [2] "Die Kostenfunktion der untersuchten Produktionsmittelkombination verläuft derart, daß die Gesamtkosten bis zu einem bestimmten Punkt proportional steigen, von diesem Punkt an aber überproportional." Die Geschäfts- und Betriebsleitung wird nämlich versuchen, die günstigste Kombination zwischen den Produktionsfaktoren zu ermitteln, z. B. 1 Arbeiter bedient 3 Automaten oder 2 Arbeiter montieren 1 Sägemaschine, und es liegt kein Grund zur Annahme vor, daß bei geringen Ausbringungsmengen andersartige Faktorkombinationen zum Zuge kommen als bei großen Ausbringungsmengen. Dieses Ergebnis entspricht aber durchaus den Erkenntnissen der modernen Kostentheorie, daß die optimale Kombination der Produktionsfaktoren gesucht und über den gesamten normalen Beschäftigungsbereich konstant gehalten wird, was zwangsläufig - wie wir noch zeigen werden - zu linearen Kostenverläufen führen muß, während der überproportionale Anstieg an der Kapazitätsgrenze der intensitätsmäßigen Anpassung zuzuschreiben ist. "Es liegt nämlich kein Grund zur Annahme vor, daß bei niedrigem Beschäftigungsgrad die Automaten anders eingestellt sind als bei hohem Beschäftigungsgrad." [3] "Die Linie der veränderlichen Gesamtkosten ist bis zum Beschäftigungsgrad 100 % eine Gerade. Darüber wird man in der Industrie nicht produzieren." [4] Auch wenn die Geschäfts- und Betriebsleitung die optimale Kombination der Produktionsfaktoren nicht kennt, sondern eine davon abweichende Kombination anwendet, wird die Gesamtkostenkurve solange linear verlaufen, wie die einmal gewählte Kombination konstant beibehalten wird, und es widerspricht den Gegebenheiten der Industriebetriebe, eine einmal gewählte Kombination kontinuierlich bei geringen und bei hohen Beschäftigungsgraden zu verändern.

---

1) Meyer, A., a. a. O., S. 80 ff.: "Sicher ist, daß auf Grund unserer Versuche festgestellt werden kann, daß das Ertragsgesetz auch in der Industrie besteht und unter Umständen auch wirkt."

2) Derselbe, a. a. O., S. 77

3) Derselbe, a. a. O., S. 81

4) Derselbe, a. a. O., S. 83

Bei kritischer Würdigung der MEYERschen Versuche können wir zusammenfassend feststellen, daß es in Industriebetrieben insbesondere unter Einbeziehung des Produktionsfaktors manuelle Arbeit durchaus Substitutionsmöglichkeiten gibt, die - entsprechendes Verhalten des dispositiven Faktors unterstellt - zu eindeutigen ertragsgesetzlichen Kurvenverläufen führen können. Eine realistische Betrachtungsweise zeigt jedoch, daß eine nach Möglichkeit optimale Kombination der eingesetzten Produktionsfaktoren gesucht wird und daß diese Kombination weitestgehend beibehalten wird, so daß zwar theoretisch Substitutionsmöglichkeiten bestehen, daß aber faktisch eine Limitationalität [1] zwischen den eingesetzten Produktionsfaktoren vorliegt. Der Betrieb wird in dem Beispiel mit mehreren Automaten die günstigste Kombination zwischen den Produktionsfaktoren "Arbeit" und "Anlagevermögen" ermitteln, er wird also jeweils einen Arbeiter zur Überwachung von drei Maschinen einstellen und dieses Bedienungsverhältnis konstant halten. Es besteht somit faktisch eine limitationale Beziehung zwischen den beiden Produktionsfaktoren.

Der dritte von uns zu untersuchende Produktionsfaktor Maschinenarbeit setzt sich seinerseits aus einer Vielzahl von Produktionsfaktoren wie Maschinenverschleiß, Antriebsenergie, Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten, Schmiermittel, Betriebsstoffe und Raumbedarf zusammen, die zum überwiegenden Teil bei jeweils gegebener Intensität in limitationalem Verhältnis zueinander stehen. Ändert sich die Intensität, dann ändern sich die Produktionskoeffizienten. Wird die Leistung jedoch bei einem gewissen Grad konstant gehalten, dann bestehen limitationale Bindungen zwischen den einzelnen Produktionsfaktoren. "Einen gewissen Substitutionsspielraum kann man lediglich zwischen der Maschinenentwertung und den Reparatur- bzw. Instandhaltungsaufwendungen annehmen." [2] Es leuchtet unmittelbar ein, daß durch sorgfältige Instandhaltungsarbeiten der technische Verschleiß der Maschine gebremst und damit die Lebensdauer des Aggregates verlängert werden kann. Der Substitutionsspielraum zwischen den beiden Faktoren Maschinenverschleiß und Instandhaltungsarbeiten dürfte jedoch sehr schwer quantifizierbar sein. Eingehende empirische

---

1) Vgl. hierzu auch Blaschka, B., Betrachtungen zur neueren Produktionsfunktion, ZfB 1957, S. 436 ff.

2) Kilger, W., Die Produktions- und Kostentheorie als theoretische Grundlage der Kostenrechnung, ZfhF 1958, S. 556

Untersuchungen könnten behilflich sein, dieses Problem zu lösen.

Die Behandlung der drei wichtigsten Produktionsfaktoren im Industriebetrieb Fertigungsmaterial, manuelle Arbeit und Maschinenarbeit zeigte, daß es durchaus Substitutionsmöglichkeiten im Industriebetrieb gibt. Diese können jedoch als relativ seltene Ausnahmefälle angesehen werden. Typisch für die industrielle Produktion ist jedenfalls die Limitationalität der Produktionsfaktoren. Läuft eine Maschine mit konstanter Intensität, dann läßt sich mit ihrer Hilfe nicht mehr Fertigungsmaterial verarbeiten, als es den technischen Daten des Aggregates entspricht und eine Mehranlieferung von Fertigungsmaterial wird ohne jeden produktiven Beitrag bleiben. Andererseits wird bei gleichbleibendem Fertigungsmaterialeinsatz ein erhöhter Einsatz des Faktors Maschinenarbeit (z. B. Intensitätssteigerung oder Einsatz eines gleichartigen Aggregates) die Produktion nicht steigern; zu dem gleichen Ergebnis gelangen wir, wenn wir einer Maschine, zu deren Bedienung zwei Arbeiter genügen, einen dritten Arbeiter zuordnen.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Trotz verschiedener Substitutionsmöglichkeiten herrschen im Industriebetrieb limitationale Produktionsfaktoren vor. Damit ist ein erstes Teilurteil gegen die allgemeine Anwendung des Ertragsgesetzes für die Industrie gegeben.

32. Die direkte funktionale Beziehung zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung

Die klassische Produktions- und Kostentheorie nimmt ihren Ausgang von der allgemeinen Produktionsfunktion $x = f(r_1, r_2, \ldots r_n)$ und unterstellt damit eine direkte funktionale Beziehung zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung (Ertrag). Da es sich um eine statische Analyse handelt, die Reaktionsgeschwindigkeit der ökonomischen Variablen also unendlich groß ist, bedeutet dies für die Produktion, daß die Faktoreinsatzmengen unmittelbar ohne zeitliche Verzögerung in die Ausbringung eingehen.

Diese Vorstellung widerspricht jedoch den in der Industrie vorliegenden Gegebenheiten, die zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung zum großen Teil maschinelle Aggregate und innerbetriebliche Hilfsbereiche schaltet, so daß ein Teil der Produktionsfaktoren in umgewandelter Form in das Pro-

dukt eingeht, wobei ihr Verbrauch weitgehend durch die Leistung der Produktionsapparatur bestimmt wird. Ein Beispiel für die Zwischenschaltung innerbetrieblicher Hilfsbereiche mag die Erzeugung von Dampf mit Hilfe von Kohle sein. Der Dampf dient zur Herstellung elektrischer Energie, die ihrerseits die Maschinen antreibt und so in vielfach umgewandelter Form schließlich mit dem zusammengesetzten Produktionsfaktor Maschinenarbeit in das Erzeugnis eingeht.

Sobald das Mengengerüst der Kosten mit Hilfe der Minimalkostenkombination einmal festgelegt ist, entspricht einer bestimmten Summe von Faktoreinsatzmengen unter Zugrundelegung einer funktionalen Abhängigkeit nur eine bestimmte Ausbringungsmenge. Diese Unterstellung einer Produktionsfunktion, die über den gesamten Ausbringungsbereich Gültigkeit besitzen soll, erscheint - wenn überhaupt - nur für Einproduktunternehmungen sinnvoll und auch dann nur, wenn das Produkt in einem durchlaufenden Fertigungsverfahren hergestellt wird und keine Halbfabrikateläger sich der rechentechnischen Erfassung hindernd in den Weg stellen. Nur dann, wenn wir einen homogenen Ausbringungsmaßstab für die gesamte Unternehmung ermitteln können, läßt sich der Zusammenhang zwischen Faktoreinsatz und Ertrag in e i n e r Funktion erfassen. Diese Funktion läßt sich nur dann als eindeutig bezeichnen, wenn ein bestimmtes Verhalten des dispositiven Faktors impliziert wird. Wie die Theorie der betrieblichen Anpassungsprozesse jedoch zeigt, verfügt der dispositive Faktor bei Anpassung an Beschäftigungsänderungen über verschiedene Wahlmöglichkeiten und der Kostenverlauf wird je nach der Art des gewählten Anpassungsprozesses ein anderer sein.

Die Annahme einer Produktionsfunktion für den Gesamtbetrieb erklärt sich aus der Übernahme des Ertragsgesetzes aus der landwirtschaftlichen Produktion, bei der ein homogenes Gut z. B. Weizen, Kartoffeln, Zuckerrüben in einstufiger Produktion erzeugt wird. Typisch für die Industrie ist jedoch die Mehrproduktunternehmung und selten gelingt es, mit Hilfe von Aequivalenzziffern einen einheitlichen Beschäftigungsmaßstab zu ermitteln. Welches Ergebnis herauskommt, wenn man versucht, z. B. für eine Maschinenfabrik e i n e Produktions- bzw. Kostenfunktion zu ermitteln, zeigen deutlich die Untersuchungen HENZELs in Mehrproduktunternehmungen: "Trotz dieser weitgehenden Unterteilung (in Kostenstellen, d. Verf.) und trotz aller Bemühungen, Störungsfaktoren zu eliminieren und Fehlerquellen auszu-

schalten, zeigen die einzelnen Kosten gegenüber dem Beschäftigungsgrad ein derart sprunghaftes und eigenwilliges Verhalten, daß von einer eindeutigen Beziehung zwischen Kosten und Beschäftigungsgrad nicht gesprochen werden kann." [1)]

Wie wir weiter unten noch genauer zeigen werden, gelingt es in der überwiegenden Mehrzahl der Industrie nicht, e i n e Produktionsfunktion für die Unternehmung zu ermitteln, hingegen ein System von Produktionsfunktionen für die einzelnen Betriebsstätten bzw. Kostenstellen bzw. Aggregate.

Direkte funktionale Beziehungen zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung, wie sie die aus dem Ertragsgesetz abgeleitete Produktions- und Kostentheorie unterstellt, können für den Industriebetrieb nicht als typisch angesehen werden. Der Versuch, eine einzige Produktionsfunktion für die gesamte Unternehmung aufzustellen, ist unrealistisch. Damit ist ein zweites negatives Teilurteil gegen die allgemeine Anwendbarkeit des Ertragsgesetzes für die Industrie ausgesprochen.

---

1) Henzel, F., Kosten und Leistung, Bühl-Baden 1941, 2. Aufl., S. 154

133. Die Problematik des konstanten Faktors

Im Mittelpunkt der Diskussion über das Ertragsgesetz steht die Prämisse des konstanten Faktors, welche besagt, daß ein Faktor oder eine Faktorgruppe bei veränderlichem Einsatz eines anderen Faktors (Faktorgruppe) konstant gehalten wird. Ertragsänderungen werden nur dem variierten Faktor (Faktorgruppe) zugerechnet. In der Landwirtschaft wurde der Boden als konstanter Faktor angesehen. Dies wurde damit begründet, daß der Preis für die Nutzung des Bodens der Pachtzins sei, der unabhängig von der Intensität der Bodennutzung festlag. Aber selbst hier in der Landwirtschaft treten schon Bedenken auf, den Faktor Boden als konstant zu bezeichnen. Die bestandsmäßige Konstanz ist gegeben, aber nicht die leistungsmäßige. Je intensiver der Boden bebaut wird, um so mehr Salze und Wirkstoffe gehen aus dem Boden in die landwirtschaftlichen Erzeugnisse ein. Es leuchtet unmittelbar ein, daß der Boden, je nachdem, ob er intensiv oder extensiv bebaut wird, früher oder später seine ursprüngliche Fruchtbarkeit verliert, so daß mit Hilfe von Düngemitteln der Boden aufgefrischt werden muß, wenn er seine alte Wirkungsfähigkeit zurückerhalten soll.

Wenn aber die Prämisse des konstanten Faktors schon in der Landwirtschaft problematisch erscheint, so ist dies in der Industrie in noch viel stärkerem Maß der Fall.

Eingehend beschäftigte sich GUTENBERG mit dem vorliegenden Problem. In seinem Hobelmaschinenbeispiel [1] setzt er in der ersten Variante die Faktoren Arbeiter und Maschinen konstant, indem er ihnen bei Variation des Faktors Materialverbrauch ein arbeitsmäßig unverändertes Verhalten zuordnet. Die zusätzlich dem Produktionsprozeß zugeführte Materialmenge wird nicht verarbeitet. Es sind also keine ertragsgesetzlichen Wirkungen zu beobachten.

In der zweiten Veränderung des Hobelmaschinenbeispiels beeinflußt eine Veränderung der Einsatzmenge des variablen Faktors Fertigungsmaterial das Verhalten des konstanten Faktors, so daß die vermehrte Einsatzmenge des Rohstoffs verarbeitet wird. Es stellt sich nun die Frage, ob unter diesen Umständen das Mehrprodukt dem variierten Faktor allein zuzurechnen

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 212 ff.

ist. "Das wäre offenbar dann möglich, wenn die Leistung der Arbeiter und der Maschine unverändert geblieben wäre. Das ist aber nicht der Fall." [1] GUTENBERG sieht neben der bestandsmäßigen auch die leistungsmäßige Konstanz als notwendig an, wenn die Prämisse des Ertragsgesetzes erfüllt sein soll.

Entgegengesetzter Ansicht sind KÜHN: "Das Ertragsgesetz macht zur Bedingung, daß die konstant bleibenden Faktoren leistungsabgabemäßig den in ihrer Menge veränderlichen Faktoren folgen," [2] und HERMANN: "Änderungen der Leistungsabgabe sind auf Grund des ertragsgesetzlichen Kurvenverlaufs von vornherein impliziert; denn gerade auf sie kommt es an, da sonst das Ertragsgesetz keinen Sinn hätte." [3]

Es zeigt sich aber, daß eine Änderung der abgegebenen Leistung des konstanten Faktors auch Änderungen in seinem Bestand nach sich zieht, denn, um zu unserem Hobelmaschinenbeispiel zurückzukehren, das Zuwachsprodukt verursacht

"1. Zusätzlichen Maschineneinsatz, d. h. Verschleiß der Maschine und erhöhten Reparaturaufwand,

2. zusätzlichen Einsatz an Werkzeug (Abdrehstähle, Fräser usw.),

3. zusätzlichen Verbrauch an Energie für den Antrieb der Maschine,

4. zusätzlichen Verbrauch an Schmiermitteln,

5. zusätzlichen Verbrauch an Kühlmitteln, unter anderem auch an Reinigungsmitteln usw.

(Hätte es sich um einen Schmelzofen gehandelt, wäre zusätzlich feuerfestes Material für die Auskleidung der Öfen notwendig gewesen. Bei einem Dampfhammer wäre zusätzlicher Verbrauch an Dampf entstanden.)" [4]

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 213

2) Kühn, U., Betrachtungen zur Theorie des Kostenverlaufs und des Ertragsgesetzes, BFuP 1956, S. 413

3) Hermann, H., Zur Interpretation des Ertragsgesetzes, ZfB 1958, S. 487

4) Gutenberg, E., a. a. O., S. 214

Bei einer Erhöhung der leistungsmäßigen Inanspruchnahme des konstanten Faktors bleibt sein Bestand nicht gewahrt, [1] sondern er nimmt ab. Das durch vermehrten Einsatz an Fertigungsmaterial und erhöhter Leistungsabgabe der Faktoren menschliche - und Maschinenarbeit entstandene Mehrprodukt ist nicht allein dem variierten Faktor zuzurechnen, sondern der Faktorkombination. Wenn das Ertragsgesetz gelten soll, muß die Konstanz der Faktoreinsatzmengen des "konstanten Faktors" gefordert werden, denn sonst lassen sich keine partiellen Grenzproduktivitäten für die variierten Faktoren ermitteln und damit wird auch die Ermittlung der Minimalkostenkombination hinfällig. HERMANN versucht GUTENBERG zu widerlegen, indem er ihm vorwirft, er habe die Prämissen geändert. [2] HERMANN versteht unter dem "Faktor Kapital" die "gegebene Anlage" mit allen ihren Gebäuden, Maschinen, Fördermitteln und allem Zubehör und wendet sich gegen eine "atomisierte" Betrachtung der Produktionsfaktoren. Der Produktionsprozeß ist im Industriebetrieb jedoch so kompliziert, daß eine Untersuchung mit dem komplexen Faktor Kapital keine Aussagekraft besitzt und daß die der betrieblichen Wirklichkeit entsprechende Unterteilung in Werkstoffe und Betriebsmittel - wo jedes Betriebsmittel einen eigenständigen, ebenfalls komplexen Produktionsfaktor darstellt - erst den Ansatzpunkt für eine realistische Produktions- und Kostentheorie bildet. Auch wenn wir von der "gegebenen Anlage" als Faktor Kapital ausgingen, müßte genauso wie unter Zugrundelegung der GUTENBERGschen Faktorensystematik festgestellt werden, daß bei Änderung der Faktoreinsatzmengen die Prämisse des konstanten Faktors nicht weiter aufrechterhalten bleiben kann, da sich mit den Faktoreinsatzmengen auch die Restnutzungsdauer des konstanten Faktors ändert.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Ausführungen über die Prämissen der Substitutionalität der Produktionsfaktoren, der direkten funktionalen Beziehung zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung und den konstanten Faktor zusammen, so gelangen wir zu der Erkenntnis, daß das Ertragsgesetz nicht die theoretische Grundlage für die Ermittlung von Kostenkurven im Industriebetrieb bilden kann, da seine Prämissen nicht den Gegebenheiten der In-

---

1) Unter dem Bestand des Faktors Maschinenarbeit verstehen wir nicht das Aggregat als solches, sondern die Summe der von ihm durchführbaren Arbeitsgänge.

2) Hermann, K., a. a. O., S. 488

dustrie entsprechen und daher für sie unwirklich sind.

Unsere Aufgabe ist es daher, eine andere theoretische Grundlage für unsere Aufgabenstellung zu ermitteln.

14. Die Antikritik zum Ertragsgesetz

Wenn auch unsere bisherigen Untersuchungen zu dem Ergebnis geführt haben, daß das Ertragsgesetz nicht die theoretische Grundlage für die Ermittlung empirischer Kostenkurven bilden kann, so soll doch noch in einem Exkurs auf die Gegenkritik zu der bereits aufgezeigten Ansicht GUTENBERGs eingegangen werden, daß nämlich das Ertragsgesetz als nicht repräsentativ für die industrielle Produktion angesehen werden könne.

Die Kritik [1] wurde vor allem ausgelöst durch die neue Formulierung des Konstanzbegriffes durch GUTENBERG. Er bezieht den Begriff des konstanten Faktors nicht allein mehr darauf, daß die Anzahl der eingesetzten Potentialfaktoren gleich bleiben muß, sondern er fordert auch die Konstanz der Leistungsabgabemengen dieser Potentialfaktoren je Zeiteinheit. Wie das bereits angeführte erste Hobelmaschinenbeispiel zeigt, kann bei der Unterstellung des GUTENBERGschen Konstanzbegriffes, also konstantem Arbeiterverhalten und konstanter Maschinenlaufgeschwindigkeit, der zusätzliche Einsatz eines variablen Faktors zu keiner Ertragsmehrung führen.

Eine Unterstellung des in dieser Weise von GUTENBERG und JACOB [2] geforderten engen Konstanzbegriffes lehnen die Vertreter des allgemeinen Ertragsgesetzes ab und wollen die Konstanz lediglich auf die Einsatzmengen der Produktionsfaktoren, nicht aber auch auf die Leistungsabgabemengen der Potentialfaktoren bezogen wissen. Hierbei werden einmal Einwände gegen GUTENBERGs Art des wissenschaftlichen Vorgehens erhoben und zum anderen wird versucht, den Nachweis zu führen, daß das traditionelle Ertragsgesetz noch genügend Erklärungswert für den betrieblichen Produktionsprozeß besitze.

Kritik an GUTENBERGs wissenschaftlichem Vorgehen

LASSMANN wendet sich gegen den engen Konstanzbegriff GUTENBERGs. Er be-

---

1) Zu den Kritikern der Ansicht Gutenbergs gehören vor allem die schon auf S. 19 angeführten Kühn, Weller, Nürck, Hermann und Lassmann, während hingegen Jacob und Blaschka die Ansicht Gutenbergs vertreten

2) Jacob, H., Zur neueren Diskussion um das Ertragsgesetz, ZfhF 1957, S.601 ff. ders., Das Ertragsgesetz in der industriellen Produktion, ZfB 1960, S. 455 ff.

hauptet, daß die klassische Produktionsfunktion die intensitätsmäßige Anpassung mit einschließe. In der von GUTENBERG geforderten Konstanz der Leistungsabgabegeschwindigkeit sieht LASSMANN eine Abänderung der Prämissen des Ertragsgesetzes. "Andererseits kann man zu keiner objektiven Beurteilung der klassischen (substitutionalen) Produktionsfunktion gelangen, wenn man zuvor deren Grundlagen und Ausgangspunkte, modifiziert." [1] LASSMANN gelangt zu dem Ergebnis, daß "die andersartigen Ausgangspunkte, die GUTENBERG dem 'Ertragsgesetz' zugrundelegt" [2], zwangsläufig zu seinem Ergebnis führen.

Als stärkste Stütze für seine Behauptung führt LASSMANN sehr richtig an, daß die Voraussetzung einer konstanten Leistungsabgabe nie expressis verbis in der Literatur angeführt wurde. Der Versuch LASSMANNs, die Unterstützung GUTENBERGs durch JACOB, der einen Beweis für die Richtigkeit der GUTENBERGschen These in der Tatsache sieht, daß in der Kostentheorie die Kosten des konstanten Faktors als fixe Kosten angesehen werden [3], mit der Behauptung zu widerlegen, daß eine schwankende Leistungsabgabegeschwindigkeit bei konstanten Einsatzmengen der Potentialfaktoren nicht unbedingt zu variablen Kosten führe, gelingt u. E. jedoch nicht, da wie JACOB in seiner Entgegnung feststellt [4], einmal eine Anpassung der Potentialfaktoren an einen vermehrten Einsatz der variablen Faktoren ohne Anderung der Leistungsabgabe nicht möglich ist, zum anderen die Einsatzmenge des konstanten Potentialfaktors nicht als variabler Faktor aufgefaßt werden darf und schließlich die Abschreibungen im allgemeinen nach der technischen und nicht nach einer kürzeren wirtschaftlichen Lebensdauer bemessen werden.

KÜHN greift die GUTENBERGsche Definition des Ertragsgesetzes an, die zu eng sei, da sie wichtige Voraussetzungen für die Gültigkeit des Ertragsgesetzes unberücksichtigt lasse. "nämlich 'die Elastizität des Wirtschafts-

---

1) Lassmann, G., Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln und Opladen 1958, S. 71

2) ders., a. a. O., S. 75

3) Jacob, H., Zur neueren Diskussion, a. a. O., S. 601

4) ders., Das Ertragsgesetz, a. a. O., S. 463 f.

gebildes' und die Variierung der Einsatzmengen innerhalb ihrer 'spezifischen Nutzenzone'." [1] GUTENBERG wende deswegen das Ertragsgesetz in der industriellen Produktion auf Vorgänge an, die gar nicht Gegenstand des Ertragsgesetzes seien. Auch schalte GUTENBERG die qualitativen Voraussetzungen aus dem Ertragsgesetz aus. "Schaltet man die qualitativen Voraussetzungen aus dem Ertragsgesetz aus, so schaltet man das Ertragsgesetz selbst aus." [2]

JACOB wirft seinerseits KÜHN vor, daß er den Unterschied zwischen einer kurzfristigen und einer langfristigen Betrachtung nicht gesehen habe [3], da den Kostenkurven GUTENBERGs eine short-period-Betrachtung zugrunde liege.

HERMANN argumentiert [4], daß GUTENBERG zwar den Potentialcharakter des konstanten Faktors mit der Möglichkeit der veränderlichen Leistungsabgabe anerkenne, andererseits aber die praktische Möglichkeit der Leistungsänderung in Abrede stelle. Dies bedeute aber nichts anderes als die Argumentation außerhalb der dem Ertragsgesetz zugrundeliegenden Gedankengänge.

Argumente zur Stützung des Ertragsgesetzes als theoretische Grundlage der Produktions- und Kostentheorie

KÜHN hat in einer eingehenden Abhandlung versucht, GUTENBERG zu widerlegen und die Bedeutung des Ertragsgesetzes für den industriellen Produktionsprozeß aufrecht zu erhalten. Seine Untersuchungen basieren auf der Definition des Ertragsgesetzes von WEDDIGEN: [5]

---

1) Kühn, U., Betrachtungen zur Theorie des Kostenverlaufs und des Ertragsgesetzes, Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1956, S. 402

2) ders., a. a. O., S. 405

3) Jacob, H., Die neuere Diskussion, a. a. O., S. 615

4) Hermann, K., Zur Interpretation des Ertragsgesetzes, ZfB 1958, S. 409 ff.

5) Weddigen, W., Theoretische Volkswirtschaftslehre als System der Wirtschaftslehre, Meisenheim am Glan 1948, S. 57

"Bei genügender Elastizität des Wirtschaftgebildes ist eine einseitige Steigerung des Aufwandes eines seiner Produktionsmittel von dessen Nutzschwelle zu dessen Nutzgrenze anfangs von steigender, dann von kulminierender und schließlich von abnehmender Produktivität."

KÜHN gelangt schließlich zu der Behauptung: "Berücksichtigt man die qualitative Anpassung sowohl im ertragsgesetzlichen Verlauf - wie es hier in Anlehnung an WEDDIGEN vertreten wird - als auch im Kostenverlauf bei intensitätsmäßiger Anpassung - was man tun muß, um der Wirklichkeit gerecht zu werden - so löst sich der scheinbare Gegensatz zwischen beiden Kurven von selbst auf." [1]

Wir stimmen jedoch mit JACOB überein, daß aus den Ausführungen KÜHNs nicht deutlich ersichtlich wird, was KÜHN konkret unter 'qualitativer Anpassung' verstanden haben will. [2] Es ist jedoch wahrscheinlich, daß KÜHN unter qualitativer Anpassung eine Verhaltensänderung des konstanten Faktors versteht. JACOB [3] lehnt daher in seiner Kritik dieses Argument KÜHNs ab, da jede Verhaltensänderung eine Veränderung in den Faktoreinsatzmengen nach sich ziehe. Nicht die Verhaltensänderung an sich widerspreche dem Ertragsgesetz sondern die Variation der Faktoreinsatzmengen des "konstanten Faktors". Daß diese Auffassung JACOBs nicht unbedingt zutreffen muß, haben wir schon zuvor bei der Behandlung des Potentialfaktors manuelle Arbeit entlohnt im Zeitlohn gezeigt. Bei Überprüfung dieses Produktionsfaktors stellte sich nämlich heraus, daß eine Verhaltensänderung und damit eine Leistungsabgabeänderung zu keinerlei Mehrkosten führt.

Auch LASSMANN weist darauf hin, daß trotz Intensitätsschwankungen Preiskonstanz bei Zeitentlohnung und reiner Zeitabschreibung der Anlagegüter effektiv gegeben ist. [4] Es zeigt sich daher eindeutig, daß der Konstanzbegriff GUTENBERGs zu eng gefaßt erscheint und die Ansicht JACOBs, daß

---

1) Kühn, U., a. a. O., S. 410 f.

2) Jacob, H., Zur neueren Diskussion, a. a. O., S. 609

3) ders., a. a. O., S. 609

4) Lassmann, G., a. a. O., S. 74

jede Leistungsänderung eine Änderung der Faktoreinsatzmengen mit sich bringe, erweist sich als irrig. Wir haben schon zuvor bei der kritischen Untersuchung der Beispiele von MEYER gezeigt, daß durchaus ertragsgesetzliche Wirkungen im Industriebetrieb auftreten können, ohne daß dennoch das Ertragsgesetz als repräsentativ für die Industrie angesehen werden muß.

Nach Ansicht der Kritiker GUTENBERGs schließt das Ertragsgesetz die Intensitätsmäßige Anpassung mit ein, während GUTENBERG das Ertragsgesetz unter seiner engen Prämisse des konstanten Faktors als Produktionsfunktion vom Typ A bezeichnet, während die intensitätsmäßige Anpassung als Sonderfall der Produktionsfunktion vom Typ B, also der limitationalen Produktionsfunktion, auftaucht. Die klassische limitationale Produktionsfunktion erfaßte nur Produktionsfunktionen, denen konstante Produktionskoeffizienten zugrunde lagen, also ein konstantes Verhältnis zwischen Faktoreinsatz und Ertrag bei unterschiedlichen Ausbringungsmengen. Bei Intensitätsvariationen verändern sich jedoch die Produktionskoeffizienten, so daß zwar bei jeder Intensität ein festes Verhältnis der Produktionskoeffizienten vorliegt, bei Intensitätsschwankungen jedoch Substitutionseffekte zwischen den eingesetzten Produktionsfaktoren auftreten. Die klassische Theorie hat diese Form der Produktion der substitutionalen Produktionsfunktion eingegliedert, während GUTENBERG sie als Sonderfall der limitationalen Produktionsfunktion vom Typ B versteht, da bei jedem Intensitätsgrad eine faktische Limitationalität zwischen den eingesetzten Produktionsfaktoren besteht. LASSMANN befürwortet, immer dann von Substitution zu sprechen, wenn die Verbrauchsfunktion nicht linear verläuft.[1] Nichtlineare Verbrauchsfunktionen führen aber bei Intensitätsänderungen zu variablen Produktionskoeffizienten. LASSMANN kommt daher implizite zu der Auffassung, daß die Produktionsfunktion vom Typ A nicht der klassischen Produktionsfunktion entspricht, sondern der nichtlineare Fall der Produktionsfunktion vom Typ B ebenfalls in den Einzugsbereich des Ertragsgesetzes fällt.

WEDDIGEN verwendet als Beweis für die Gültigkeit des traditionellen Ertragsgesetzes das sog. Webstuhlbeispiel.[2] Nach diesem Beispiel hat sich auf eine sukzessiv steigende Zahl von Webstühlen als variablem Faktor eine

---

1) Lassmann, G., a. a. O., S. 72

2) Weddigen, W., Die Ertragstheorie in der Betriebswirtschaftslehre, ZfB 1960, S. 8

konstante Zahl von Arbeitskräften stets bestmöglich umgruppierend, also elastisch, zu verteilen, um die erst auf- und absteigende Produktivitätskurve des allgemeinen Ertragsgesetzes zu verwirklichen. Hierbei wird für die eingesetzte Zahl von Arbeitskräften ein gleichbleibender Aufwand an Lohn- und Leistungsintensität unterstellt. Alle Arbeitskräfte müssen nach WEDDIGEN hierbei so eingesetzt werden, daß alle Maschinen bestmöglich besetzt sind. "Gegebenenfalls müssen dabei also z. B. auch Bürokräfte an die Maschinen, was im Sinne unserer Problemstellung eine besonders augenfällige qualitative Umstellung der Produktionsfaktoren als Ausdruck der Elastizität (Umgruppierungsfähigkeit) des Wirtschaftskomplexes Textilfabrik bedeutet."[1)]

In diesem Beispiel WEDDIGENs finden wir zwar einen theoretisch richtig konstruierten Anwendungsfall des Ertragsgesetzes, der aber für die industrielle Wirklichkeit wenig von Bedeutung ist. Denn ähnlich wie bei den von uns behandelten Beispielen MEYERs wird man das optimale Bedienungsverhältnis zwischen Webstühlen und Arbeitskräften herausfinden und für jede neu eingesetzte Maschine zusätzlich die zu ihrer Bedienung erforderlichen Arbeitskräfte einstellen und kaum auf Bürokräfte zurückgreifen, die in bezug auf die Bedienungsarbeit nicht die erforderliche Faktorqualität aufweisen und zudem wahrscheinlich auch andere Lohnsätze beziehen werden, so daß die geforderte Konstanz von Lohn- und Leistungsintensität schwerlich aufrecht erhalten werden kann. JACOB lehnt daher das Beispiel WEDDIGENs ebenfalls ab und zwar in seinem ersten Aufsatz [2)] mit der Begründung, daß durch diese Umgruppierung der Konstanzbegriff im Sinne GUTENBERGs verletzt werde, und in seinem zweiten Aufsatz [3)] kommt JACOB zu der Auffassung, daß selbst, wenn man unterstellt, daß die Leistungsabgabe des Potentialfaktors Arbeit beim Vermehren der Anzahl der Webstühle konstant bleibt, eine freie Variierbarkeit der übrigen Faktoreinsatzmengen doch noch nicht gegeben ist, denn "die Verwendung eines zusätzlichen Webstuhls wird ganz zwangsläufig einen zusätzlichen Verbrauch an Energie, an Material usw. mit sich bringen. Es existieren Interdependenzbeziehungen, die nicht übersehen werden dürfen." [4)]

---

1) Weddigen, W., Theoretische Volkswirtschaftslehre, a. a. O., S. 59

2) Jacob, H., Zur neueren Diskussion, a. a. O., S. 610

3) ders., Das Ertragsgesetz, a. a. O., S. 465

4) ders., a. a. O., S. 465

Ebenfalls mit Hilfe eines Webstuhlbeispiels hat WELLER [1] den Versuch unternommen, die Gültigkeit des Ertragsgesetzes für die industrielle Produktion zu beweisen.

In dem Beispiel WELLERs sollen pro Zeiteinheit 5000 m Stoff hergestellt werden. Diese Produktion kann mit Hilfe einer Vielzahl von Kombinationen der Produktionsfaktoren menschliche Arbeit und Maschinenarbeit gefertigt werden, wobei die Möglichkeiten des Fertigungsverfahrens vom primitiven Webrahmen bis zur automatischen Weberei reichen. Mit fortschreitender Mechanisierung der Unternehmung ist es möglich, menschliche Arbeit weitgehend durch Maschinenarbeit zu ersetzen. Mit zunehmender Mechanisierung wird es jedoch immer schwieriger, menschliche Arbeitskraft durch Maschinen zu substituieren und für die Freisetzung jedes zusätzlichen Arbeiters "ist ein immer größer werdender Kapitalbetrag notwendig, der zu steigenden Kapitalkosten, besonders Abschreibung und Zinsen, führt." [2] Durch diesen Substitutionseffekt zwischen menschlicher Arbeit und Kapital sieht WELLER den Tatbestand des Ertragsgesetzes erfüllt.

Eine Substitution zwischen menschlicher Arbeit und Maschinenarbeit, wie sie WELLER in seinem Aufsatz aufgezeigt hat, ist immer dann möglich, wenn verschiedene technische Alternativen (Webrahmen und Webautomat) bestehen und die Investitionsentscheidung zugunsten einer ganz bestimmten Faktorkombination noch nicht gefallen ist. Es ist die alte Frage nach dem günstigsten Fertigungsverfahren, die sich bei jeder Betriebsgründung von neuem stellt. Aber dies ist eine Entscheidung, welche die Faktorkombination langfristig festlegt, und nachdem sie einemal gefällt ist, bestehen kurzfristig keine Substitutionsmöglichkeiten mehr zwischen den beiden Produktionsfaktoren menschliche Arbeit und Maschinenarbeit. Wir haben zuvor aber schon mehrmals darauf hingewiesen, daß GUTENBERG seine Analyse unter der Prämisse der short period unternommen hat, während die Fragestellung WELLERs eindeutig eine langfristige Betrachtung voraussetzt und u. E. in den Problemkreis der Betriebsgröße fällt.

Wir stimmen daher BLASCHKA zu, wenn er ebenfalls zu der Feststellung gelangt, daß die Ausführungen WELLERs keine Modifizierung der These GUTEN-

---

1) Weller, Th., Die Errechnung der Minimalkostenkombination als Grundlage für unternehmerische Entscheidungen, ZfB 1957, S. 172 ff.

4) Weller, Th., a. a. O., S. 174

BERGs über die Nichtverifizierbarkeit des Ertragsgesetzes im industriellen Bereich bedeuten, "da als bekannte Voraussetzung des Ertragsgesetzes von GUTENBERG die Untersuchungen unter dem Gesichtspunkt der short period vorgenommen wurden." [1]

Fassen wir unsere Ausführungen über die Antikritik zum Ertragsgesetz zusammen, dann gelangen wir zu dem Ergebnis, das wir bereits bei der kritischen Untersuchung der Prämissen des Ertragsgesetzes in Kapitel 13. erzielt haben, nämlich daß zwar in seltenen Ausnahmefällen ertragsgesetzlichen Wirkungen in der Industrie festgestellt werden können, daß man aber nicht von einer allgemeinen Gültigkeit der traditionellen Produktions- und Kostentheorie für die industrielle Produktion sprechen kann und daher eine andere theoretische Grundlage für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen gefunden werden muß.

---

1) Blaschka, B., Betrachtungen zur industriellen Produktionsfunktion, ZfB 1957, S. 439
Auch Jacob schließt sich dieser Argumentation Blaschkas an.
vgl. Jacob, H., Zur neueren Diskussion, a. a. O., S. 615

2. Theoretische Kostenkurven auf der Grundlage eines Systems von Kostenbestimmungsfaktoren

21. Die Kostenbestimmungsfaktoren und ihr Einfluß auf die Kostenhöhe

Unsere Ausführungen über das Ertragsgesetz zeigten, daß die komplexe Produktionsfunktion, die einen direkten funktionalen Zusammenhang zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung aufweist, nicht den Gegebenheiten der Industriebetriebe entspricht und durch weniger komplexe Funktionen ersetzt werden muß. Dies kann in der Weise geschehen, daß man die Gesamtkosten eines Industriebetriebs in Abhängigkeit von einem System von Kostenbestimmungsfaktoren darstellt.

Die verbrauchten Faktoreinsatzmengen und damit auch die Kosten sind nicht allein eine Funktion der Ausbringung bzw. der Beschäftigung, wie dies aus der allgemeinen Produktionsfunktion $x = f(r_1, r_2 \ldots r_n)$ hervorgeht. Vielmehr wirken eine ganze Reihe weiterer Kostenbestimmungsfaktoren [1] neben der Beschäftigung bei der Festlegung des Mengengerüstes und der Höhe der Kosten mit, wie z. B. die Kapazität, die Kostengüterpreise, die qualitative und quantitative Auftrags- oder Produktionszusammensetzung, die qualitative Beschaffenheit der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Arbeitskräfte und Betriebsmittel, die natürlichen Produktionsbedingungen, der Wirtschaftlichkeitsgrad der innerbetrieblichen Betätigung und als weiterer wichtiger Kostenbestimmungsfaktor die Intensität der Leistung, mit welcher die Betriebsmittel und die Arbeitskräfte ihre Produktionsbeiträge leisten.

Während der Kostenbestimmungsfaktor Kapazität primär die Höhe der fixen und intervallfixen Kosten determiniert, legt der Kostenbestimmungsfaktor Beschäftigung primär die Höhe der variablen Kosten fest. Alle übrigen Kostenbestimmungsfaktoren, die man auch als sekundäre Kostenbestimmungsfaktoren bezeichnen kann, beeinflussen ebenfalls die variablen Kosten,

---

1) Vgl. Kilger, W., Der theoretische Aufbau der Kostenkontrolle, ZfB 1959, S. 457 ff.

aber gegenüber der Bedeutung des Kostenbestimmungsfaktors Beschäftigung treten sie in den Hintergrund.

Die traditionelle Kostentheorie unterstellte eine quasi-mechanische Abhängigkeit [1] zwischen Kostenhöhe und Beschäftigung, das bedeutet, daß eine Beschäftigungsänderung eine ex ante eindeutig bestimmbare Änderung der Kosten nach sich zieht. Wenn diese Auffassung, die auf SCHMALENBACH zurückgeht, auch in ihrer absoluten Aussage heute nicht mehr vertreten wird, so besteht dennoch über die primäre Bedeutung des Kostenbestimmungsfaktors Beschäftigung für die Höhe der variablen Kosten kein Zweifel. Die National Association of Cost Accountants, der führende Fachverband der amerikanischen Kostenfachleute, kommt zu dem Ergebnis: "While there are many factors which bring changes in costs, volume of production and sales is one of the significant causal factors in cost variation." [2] Es wäre dennoch verfehlt, trotz der überragenden Bedeutung des Kostenbestimmungsfaktors Beschäftigung, die Möglichkeit des Wirksamwerdens der sekundären Kostenbestimmungsfaktoren zu vernachlässigen und zu versuchen, eine Produktionsfunktion aufzufinden, die eine eindeutige Beziehung allein zwischen Kosten und Beschäftigung innerhalb des möglichen Beschäftigungsintervalles, nämlich von der Beschäftigung Null bis zur Maximalbeschäftigung und zwar für alle betrieblichen Teilbereiche beinhaltet.

Die aus der allgemeinen Produktionsfunktion $x = f(r_1, r_2 \ldots r_n)$ abgeleitete Kostenfunktion $K = \Psi(x)$ sieht die Kosten allein in Abhängigkeit von der Beschäftigung. Wie wir jedoch wissen, übt eine Vielzahl von weiteren Kostenbestimmungsfaktoren maßgeblichen Einfluß auf die Kostenhöhe aus. Wollen wir eine funktionale Beziehung für den Gesamtbetrieb aufstellen, dann muß in dieser Funktion das Wirksamwerden der Kostenbestimmungsfaktoren sichtbar gemacht werden.

Um die Problemstellung nicht über das notwendige Maß hinaus zu erschweren, berücksichtigen wir neben den primären Kostenbestimmungsfaktoren Beschäfti-

---

1) Vgl. Heinen, E., Die Kosten- Ihr Begriff und ihr Wesen, Saarbrücken 1956, S. 79

2) N.A.C.A.-Bulletin, Section Three, Research Series No. 16, Vol. XXX, No. 20. June 1949, The Variation of Costs with Volume, S. 1215

gung (x) [1] und Kapazität oder Betriebsbereitschaft (B) aus der Vielzahl der sekundären Kostenbestimmungsfaktoren, die uns am wichtigsten erscheinen, nämlich die Kostengüterpreise (p), die Seriengröße (s), die qualitative Beschaffenheit der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Arbeitskräfte und Betriebsmittel (Q), die natürlichen Produktionsbedingungen (N), den Wirtschaftlichkeitsgrad der innerbetrieblichen Betätigung (W) und schließlich die Intensität oder Leistung (d), mit welcher die Betriebsmittel ihre Produktionsbeiträge leisten. Der Einfluß der übrigen sekundären Kostenbestimmungsfaktoren soll relativ gering sein und wird daher in der Darstellung vernachlässigt. Wenn weitere sekundäre Kostenbestimmungsfaktoren auftreten, deren Einfluß beachtet werden muß, so können sie entsprechend in die folgende Funktion eingebaut werden. Die Kostenfunktion $K = \wp (x)$ [2] läßt sich dann in der Weise umwandeln, daß die Kosten in funktionaler Beziehung zu den Kostenbestimmungsfaktoren dargestellt werden, durch deren Einfluß sie entstehen.

Die Kosten eines Untersuchungszeitraumes können in allgemeiner Form als die während dieses Zeitraumes verbrauchten und mit ihren Preisen bewerteten Faktoreinsatzmengen definiert werden. Unter der Annahme, daß o Produktionsfaktoren kombiniert werden, sind die Gesamtkosten einer Periode

$$K = \sum_{1}^{o} a \quad m_a p_a \qquad (a = 1, 2, 3 \ldots o)$$

Bei der Darstellung der Kostenfunktion in der angeführten Weise haben wir unterstellt, daß jede Kostenart ein klares Mengengerüst aufweist. Dies ist jedoch durchaus nicht immer von vornherein der Fall. Für alle mengenmäßig erfaßbaren Produktionsfaktoren und auch für die Fertigungszeiten zeichnet sich ein klares Mengengerüst ab, da z. B. der Materialverbrauch oder auch die Fertigungslöhne in den einzelnen Kostenstellen ohne Schwierigkeiten erfaßt werden können. Für Mieten, Gehälter und Dienstleistungen, wie z. B. Versicherungsleistungen, ist ein klares Mengengerüst nicht von

---

1) In der Klammer wird hinter jedem einzelnen Kostenbestimmungsfaktor das für ihn beim Aufbau der Gleichung verwandte Symbol angegeben.

2) Das Funktionszeichen zeigt an, daß die Kostenfunktion als Umkehrfunktion aus der Produktionsfunktion entwickelt wurde. Bei den folgenden Gleichungen wird wieder das übliche Funktionszeichen f verwendet.

vornherein gegeben, es läßt sich jedoch jeweils ein solches konstruieren, indem z. B. die Gehälter in die ihnen zugrundeliegenden Dienstleistungen (Anzahl Buchungen, Anzahl Schreibmaschinenseiten) bewertet mit dem Preis je Dienstleistung und die Mieten in qm Raumnutzung bewertet mit dem Preis je qm aufgelöst werden.

Das Mengengerüst der Kosten läßt sich in funktionaler Abhängigkeit von den Kostenbestimmungsfaktoren zeigen, wobei der Einfluß der Faktorpreise jedoch noch ausgeschaltet bleibt:

$$m_a = f_a\,(x, B, s, Q, N, W, d) \quad (a = 1, 2, \ldots o)$$

Das mit dem Faktorpreis bewertete Mengengerüst eines Produktionsfaktors ergibt die Kosten einer Kostenart:

$$K_a = m_a p_a = f_a\,(x, B, s, Q, N, W, d)\; p_a$$

Die Gesamtkosten erhält man als die Summe der 1 bis o Kostenarten:

$$K = \sum_1^o a\, K_a = \sum_1^o a\, f_a\,(x, B, s, Q, N, W, d)\; p_a$$

Dieses Gleichungssystem befriedigt jedoch nicht, da auch in ihm noch eine Reihe zu grober Vereinfachungen enthalten ist.

Die Beschäftigung x stellt einen Ausdruck für eine homogene Ausbringung dar. Einen homogenen Ausbringungsmaßstab können wir jedoch nur für Einprodukt-Unternehmungen ermitteln, wenn keine Halbfabrikatebestände auftreten. Bei Sortenproduktion bestünde gegebenenfalls die Möglichkeit, mit Hilfe von Aequivalenzziffern zu einem einheitlichen Beschäftigungsmaßstab zu gelangen. Die Mehrzahl der industriellen Unternehmungen entspricht jedoch nicht dieser Forderung, sondern fertigt mehrere oder eine Vielzahl heterogener Produkte. Es erscheint daher angebracht, unseren Untersuchungen keine einheitliche Ausbringung x, sondern mehrere Produktarten x_1, x_2, x_3, ..., x_n zu unterstellen.[1)]

1) Noch größere Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Beschäftigung treten auf, wenn wir Einzelfertigung unterstellen. Wie wir noch zeigen werden, müssen andere Bezugsgrößen als Hilfsmaßstäbe benutzt werden, z. B. Anzahl Arbeitseinheiten in einer Kostenstelle.

Die moderne Kostentheorie unterstellt nicht mehr einen absoluten, sondern einen additiven Kapazitätsbegriff. [1] Diese Tatsache findet ihren Ausdruck in der Beachtung, welche die intervallfixen Kosten und die Theorie der Anpassungsprozesse in der Diskussion gefunden haben. Es genügt nicht, die in einem Betrieb anfallenden fixen Kosten als starren, unbeeinflußbaren, ungeteilten Block zu betrachten, vielmehr ist es möglich, eine Zurechnung der fixen Kosten nach dem Kostenverursachungsprinzip zwar nicht auf den einzelnen Kostenträger aber bis zur einzelnen Kostenstelle durchzuführen. Es hängt weitgehend von der Länge des zu untersuchenden Zeitraums und den Dispositionen der Unternehmungsleitung ab, welche Kosten als fix anzusehen sind. [2] Dispositive Änderungen im Mengengerüst der fixen Kosten finden jedoch ihren sichtbaren Ausdruck in den Kostenstellen, also an den Orten, an denen die Kosten und damit auch die fixen Kosten entstehen. Es erscheint daher zweckmäßig, die fixen Kosten nicht als ungeteilten Komplex auszuweisen, sondern nach Kostenstellen zu differenzieren. Für unsere Untersuchung bedeutet dies, daß wir den Einfluß des Kostenbestimmungsfaktors Kapazität oder Betriebsbereitschaft B in den Kostenstellen 1, 2, 3, ..., m ermitteln und statt einer "Gesamtkapazität" die Teilkapazitäten B_1, B_2, B_3, ..., B_m verwenden.

Nachdem mit Hilfe der primären Kostenbestimmungsfaktoren Beschäftigung und Kapazität die Größenordnung der Kosten festgelegt ist, üben die sekundären Kostenbestimmungsfaktoren einen vielfach nicht unerheblichen Einfluß auf die endgültige Kostenhöhe aus.

Die quantitative Auftrags- und Produktionszusammensetzung, die Mengen also, in denen die betrieblichen Produkte pro Auftrag an den Käufer abgegeben bzw. pro Serie oder Los erstellt werden, beeinflußt in nicht unerheblichem Maße die Kosten. [3] Es handelt sich hierbei um das Problem der sog. auftrags- oder partiefixen Kosten. Pro Auftrag fallen zwangsläufig fixe Kosten an, die unabhängig sind von der Auftragsmenge, z. B. die Kosten des Briefwechsels, der Kalkulation, der Auftragsbearbeitung, Terminüberwachung usw.

---

1) Vgl. Heinen, E., Die Kosten ..., Saarbrücken 1956, S. 77

2) Vgl. hierzu Schneider, E., Die Problematik der Lehre von den fixen Kosten, Weltwirtschaftliches Archiv, Band 60, 1944, S. 300 ff.

3) Vgl. hierzu Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, Wiesbaden 1958, S. 91 ff. und die dort angegebene Literatur.

In gleicher Weise wie pro Auftrag fallen für jede gefertigte Serie Rüstkosten an, die sich gegenüber schwankenden Seriengrößen konstant verhalten, so z. B. das Rüsten und Einrichten der Maschinen und die vor Fertigungsbeginn erforderlichen Probeläufe. Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß im allgemeinen für die mit der Erstellung der Serie beschäftigten Arbeitskräfte eine gewisse Einarbeitungszeit erforderlich ist, während der noch nicht mit der optimalen Intensität gearbeitet werden kann, so daß der je Ausbringungseinheit erforderliche Faktorverbrauch höher als nach Abschluß des Einarbeitungsprozesses sein wird. Die anfallenden Ausschußstücke werden wahrscheinlich während dieser Zeit ebenfalls zahlreicher sein als im späteren Zeitablauf. Je größer die Serien sind, um so weniger fallen bei gleicher Produktmenge diese Kosten an und um so geringer ist der Anteil der auftrags- oder partiefixen Kosten je gefertigtem bzw. abgesetztem Stück. Werden n verschiedene Produktarten gefertigt, dann ist der Einfluß der verschiedenen Seriengrößen S_1, S_2, S_3, ..., S_n zu untersuchen.

Anstelle der Seriengröße ließe sich auch die Auflegungszahl als Kostenbestimmungsfaktor verwenden, da sie sich als Quotient aus Produktmenge und Seriengröße ergibt. Auch sie müßte wie die Seriengröße für jede Produktart gesondert ermittelt werden.

$$A_1 = \frac{x_1}{s_1}$$

$$A_2 = \frac{x_2}{s_2}$$

$$\vdots$$

$$A_n = \frac{x_n}{s_n}$$

Wir wollen jedoch bei unseren weiteren Ausführungen lediglich die Seriengröße als Kostenbestimmungsfaktor berücksichtigen.

Als weitere Kostenbestimmungsfaktoren von Bedeutung stellen sich die Faktorqualitäten dar, das sind die qualitative Beschaffenheit von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie das qualitative Niveau der Betriebsmittel und

Arbeitskräfte. Schwankungen in den Faktorqualitäten können zu erheblichen Kostenänderungen führen. Vermehrter oder verminderter Ausschuß, unterschiedliche Bearbeitungszeiten bei verschiedenen Härtegraden des zu verarbeitenden Materials, schwankende Toleranzen von Montageteilen, mangelnde Vorbildung von Arbeitskräften beeinflussen die Kosten in nicht unerheblichem Maße. Bei dem Kostenbestimmungsfaktor Faktorqualitäten zeigt sich das komplexe Wirksamwerden der Kostenbestimmungsfaktoren, da die Faktorqualitäten den Faktorverbrauch im allgemeinen nicht direkt beeinflussen, sondern auf die Intensitäten einwirken und über die Intensitäten den Faktorverbrauch je Ausbringungseinheit erhöhen oder vermindern können.

Da wir o Produktionsfaktoren unterstellt haben, müssen wir auch o unterschiedliche Faktorqualitäten unterscheiden, also Q_1, Q_2, Q_3, ..., Q_o.

Die natürlichen Produktions- und Arbeitsbedingungen (N) wirken ebenfalls auf die Kostenhöhe ein, so z. B. die geologischen Voraussetzungen bei Abbau- und Gewinnungsbetrieben, wie Steinkohlenbergwerken, Braunkohlengruben, Erzbergwerken, Kalkgruben, Sandgruben, Steinbrüchen, vor allen Dingen die Frage, ob im Tagebau oder Untertagebau gearbeitet werden muß. Hinzu kommt der Einfluß der Jahreszeit, vor allen Dingen im Übertagebau, in der Bauindustrie, bei Montagearbeiten, also die Frage, inwieweit Frost und Regen gegenüber günstigen klimatischen Voraussetzungen auf die Kosten einwirken. [1] Jede Unternehmung sieht sich mehr oder minder stark diesen Naturgegebenheiten ausgesetzt.

Auch dieser Kostenbestimmungsfaktor kann nicht isoliert für sich betrachtet werden, da er in sehr starkem Maße mit der Intensität verknüpft ist. Besonders im Baugewerbe beeinflussen die klimatischen Bedingungen vor allem die Intensität, mit der die Leistungserstellung vorgenommen wird, so daß über die Intensitäten der Faktorverbrauch je Ausbringungseinheit variieren kann.

Unterstellen wir t verschiedene Arbeitsbedingungen, dann erhalten wir folgende weiteren Kostenbestimmungsfaktoren: N_1, N_2, N_3, ... N_t.

---

1) Vgl. Klinger, K., Der Einfluß der Jahreszeit auf die Kostengestaltung, Betriebswirtschaftliche Rundschau 1927, S. 13 ff.

Obwohl eine teilweise Überschneidung mit dem Kostenbestimmungsfaktor qualitatives Niveau der menschlichen Arbeitskräfte vorliegt, soll der Wirtschaftlichkeitsgrad der betrieblichen Betätigung einer gesonderten Untersuchung unterzogen werden. Jeder Arbeitende verfügt bei der Erstellung der betrieblichen Produktion über einen gewissen größeren oder kleineren Spielraum, innerhalb dessen der Wirtschaftlichkeitsgrad der betrieblichen Leistungserstellung variiert werden kann. Bei wirtschaftlicher, sorgfältiger Arbeitsweise können Fertigungsmaterial, Hilfs- und Betriebsstoffe eingespart, Ausschuß vermieden, Rüst- und Leerzeiten verringert werden. Eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Leistungserstellung hat an den Produktionsstätten, also in den Kostenstellen zu erfolgen, und zwar erscheint es angebracht, den Wirtschaftlichkeitsgrad bei jeder im Betrieb eingesetzten Arbeitskraft zu untersuchen. Ist eine Arbeitskraft damit beschäftigt, ein Aggregat zu bedienen, ist es zweckmäßig, für die Kombination von Arbeiter und Maschine die Wirtschaftlichkeit zu ermitteln. Auch dieser Kostenbestimmungsfaktor kann nicht isoliert betrachtet werden, da die natürlichen Arbeitsbedingungen und die Intensitäten den Wirtschaftlichkeitsgrad in starkem Maße beeinflussen können. Unterstellen wir, daß k verschiedene Wirtschaftlichkeitsgrade ermittelt werden sollen, dann erhalten wir folgende weitere Kostenbestimmungsfaktoren: W_1, W_2, W_3, ..., W_k.

Die Intensität oder Leistung (d), mit der die Produktion erstellt wird, beeinflußt den Faktorverbrauch je Produktions- oder Arbeitseinheit.[1] Die optimale Intensität erfordert den geringsten Faktorverbrauch je Leistungseinheit. Jede Intensität, die oberhalb oder unterhalb der optimalen Intensität liegt, wird im Regelfall eine Kostenerhöhung nach sich ziehen. Als Kriterium für die Beurteilung des Intensitätseinflusses bietet sich wiederum die Kostenstelle an. Einschränkend muß dazu jedoch festgestellt werden, daß keineswegs eine Kostenstelle, wenn in ihr mehrere Aggregate arbeiten, durch eine gleiche Intensität gekennzeichnet sein muß. Denn die Intensität der einzelnen sogar homogenen Aggregate in einer Kostenstelle kann durchaus unterschiedlich sein. Es soll daher die Intensität jedes einzelnen Aggregates oder Arbeitsplatzes als Maßstab dienen. Verfügt ein

1) In welcher Weise die Intensität d den Faktorverbrauch je Produktions- oder Arbeitseinheit beeinflußt, wird weiter unten noch eingehend erörtert werden.

Betrieb über u Aggregate, dann lassen sich u Intensitäten als weitere Kostenbestimmungsfaktoren in das Gleichungssystem einbauen: d_1, d_2, d_3, ..., d_u. Wir haben weiter oben schon wiederholt darauf hingewiesen, daß die Intensität als Kostenbestimmungsfaktor nicht isoliert für sich betrachtet werden soll, da die meisten übrigen Kostenbestimmungsfaktoren (z.B. Faktorqualitäten, natürliche Arbeitsbedingungen, Wirtschaftlichkeitsgrade) auf die Intensität hinwirken können.

Liegt das Mengengerüst der Kosten fest, d. h. sind die zur Erstellung einer bestimmten Produktion erforderlichen Einsatzmengen der Produktionsfaktoren bekannt, dann erhält man die Kosten, indem man die Faktoreinsatzmengen mit ihren zugehörigen Faktorpreisen multipliziert und die auf diese Weise bisher heterogenen und nun auf den Generalnenner Geldeinheiten bezogenen Faktoreinsatzmengen = Kostenbeträge addiert. Es sind hierbei soviel unterschiedliche Faktorpreise zu berücksichtigen, wie Produktionsfaktoren verwendet werden. Werden o Produktionsfaktoren kombiniert, dann muß die Gleichung o verschiedene Faktorpreise enthalten, also p_1, p_2, p_3, ..., p_o.

22. Die Kostenfunktion in Abhängigkeit von den Kostenbestimmungsfaktoren

Nachdem wir gezeigt haben, in welch differenzierter Weise die Kostenbestimmungsfaktoren wirksam werden, läßt sich die Ausgangsfunktion

$$K = \sum_{1}^{o} a\, f_a\ (x, B, \bar{s}, Q, N, W, d)\ p_a$$

$$(a = 1, 2, 3, \ldots, o)$$

folgendermaßen umformen:

$$K = \left[\sum_{1}^{o} a\, f_a \left[\begin{array}{l} x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n; \\ B_1, B_2, B_3, \ldots, B_m; \\ s_1, s_2, s_3, \ldots, s_n; \\ Q_1, Q_2, Q_3, \ldots, Q_o; \\ N_1, N_2, N_3, \ldots, N_t; \\ W_1, W_2, W_3, \ldots, W_k; \\ d_1, d_2, d_3, \ldots, d_u. \end{array} \right] \right] p_a$$

Damit sind die Kosten dargestellt als Funktion der primären und sekundären Kostenbestimmungsfaktoren. Das bedeutet aber nicht, daß sich die Kosten nun ohne Schwierigkeiten ermitteln lassen, selbst wenn die Kostenbestimmungsfaktoren in ihrer Größenordnung und Wirkungsweise bekannt sind. Überlagert werden nämlich die Kostenbestimmungsfaktoren vom dispositiven Faktor und je nachdem, welche dispositive Entscheidung die Unternehmungsleitung fällt, werden sich die Kosten in durchaus unterschiedlicher Weise ändern.[1] Die Unternehmungsleitung legt die Beschäftigung fest, sie entscheidet, ob sich der Betrieb bei Beschäftigungsänderungen zeitlich, quantitativ oder intensitätsmäßig anpaßt und damit Kapazitäts- oder Intensitätsänderungen eintreten oder nicht, die Seriengröße unterliegt dispositiven Maßnahmen und auch die Faktorqualitäten und der Wirtschaftlichkeitsgrad der betrieblichen Leistungserstellung lassen sich beeinflussen, je nachdem welche Anforderungen an die Beschaffungsmärkte gestellt werden bzw. in welchem Umfange eine Wirtschaftlichkeitskontrolle innerhalb der einzelnen Kostenstellen vorgenommen wird. In welchem Maße die einzelnen Kostenbestimmungsfaktoren wirksam

1) Vgl. hierzu Henzel, F., Der Unternehmer als Disponent seiner Kosten, ZfB 1936, S. 139 ff.

werden, hängt also weitgehend von der unternehmerischen Disposition ab. Das System der Kostenbestimmungsfaktoren ist interdependent, das bedeutet, daß Änderungen eines oder mehrerer Kostenbestimmungsfaktoren in der Regel nicht isoliert vor sich gehen, sondern Auswirkungen auf die übrigen Kostenbestimmungsfaktoren nach sich ziehen. So kann z. B. eine Beschäftigungsänderung Veränderungen der Kapazität, der Intensität, der Faktorpreise, der Seriengröße und der Wirtschaftlichkeit zur Folge haben. Für den dispositiven Faktor erscheint es uns angebracht, ihn nicht als weiteren Kostenbestimmungsfaktor inter pares aufzuzählen, denn es besteht eine gesonderte Beziehung des dispositiven Faktors zu jedem einzelnen Kostenbestimmungsfaktor. Es läßt sich daher u. E. eine funktionale Beziehung des dispositiven Faktors zu den übrigen Kostenbestimmungsfaktoren aufstellen.

Die dispositive Entscheidung, die im Einzelfall getroffen wird, liegt nicht von vornherein und naturgesetzmäßig fest, sondern kann je nach der Besonderheit des vorliegenden Falles, auch aus irrationalen Beweggründen heraus, unterschiedlich sein. Es bieten sich oft auch mehrere Möglichkeiten an. Ein besonders charakteristisches Beispiel hierfür zeigt die Theorie der Anpassungsprozesse. Als Wahlmöglichkeiten bieten sich bei einer Beschäftigungssteigerung - sofern die fertigungstechnische Struktur einer Unternehmung dies erlaubt - die zeitliche, die quantitative, die intensitätsmäßige Anpassung oder auch Mischformen zwischen diesen Anpassungsarten an. Die zeitliche Anpassung verändert nicht das Mengengerüst der Kosten, hingegen können z. B. Überstundenzuschläge kostenerhöhend wirken, die quantitative Anpassung vergrößert die Kapazität und verursacht neue intervallfixe Kosten, die intensitätsmäßige Anpassung schließlich läßt die Betriebsgröße konstant, bringt jedoch Veränderungen des Mengengerüstes der Kosten mit sich. Welche der Wahlmöglichkeiten nun der dispositive Faktor realisiert, hängt u. a. von den Erwartungen für die folgenden Planperioden ab. Glaubt man, daß die erhöhte Ausbringung auch in Zukunft beibehalten werden kann, wird man sich für die quantitative Anpassung entscheiden, ist man jedoch der Ansicht, daß die Beschäftigungssteigerung nur kurzfristiger Natur sein wird, dann wird man wahrscheinlich die intensitätsmäßige Anpassung und damit eine kurzfristige Verschlechterung im Mengengerüst der Kosten bevorzugen, dafür aber eine Veränderung der Fixkostenstruktur der Unternehmung vermeiden.

Die Entscheidungsmöglichkeiten des dispositiven Faktors sind also durchaus

vielfältig. Dennoch ist die Anzahl der Reaktionsmöglichkeiten auf veränderte Betriebsdaten begrenzt. Wir bezeichnen den Kostenbestimmungsfaktor "dispositive Entscheidungen" mit D.

Der Kostenbestimmungsfaktor "dispositive Entscheidungen" beeinflußt als übergeordneter Faktor in funktionaler Abhängigkeit von den übrigen Kostenbestimmungsfaktoren ebenfalls die auftretenden Kosten. Dieser Zusammenhang läßt sich mathematisch in der folgenden Gleichung verdeutlichen:

$$K = \left[\sum_{1}^{o} a \cdot f_a \begin{bmatrix} x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n; \\ B_1, B_2, B_3, \ldots, B_m; \\ s_1, s_2, s_3, \ldots, s_n; \\ Q_1, Q_2, Q_3, \ldots, Q_o; \\ N_1, N_2, N_3, \ldots, N_t; \\ W_1, W_2, W_3, \ldots, W_k; \\ d_1, d_2, d_3, \ldots, d_u; \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_x \\ D_B \\ D_s \\ D_Q \\ D_N \\ D_W \\ D_d \end{bmatrix} \cdot p_a \begin{bmatrix} D_p \end{bmatrix} \right]$$

23. Kritik des Systems der Kostenbestimmungsfaktoren als theoretische Grundlage für die Ermittlung industrieller Kostenfunktionen

231. Das System der Kostenbestimmungsfaktoren

Nachdem wir das System der Kostenbestimmungsfaktoren in Abhängigkeit von den in einer Unternehmung während eines Abrechnungszeitraumes anfallenden Kosten dargestellt haben, erhebt sich die Frage, ob dieses Modell die theoretische Grundlage für die Ermittlung industrieller Kostenfunktionen bilden kann.

Kostenkurven zeigen an, in welcher Weise Beschäftigungsänderungen Kostenänderungen bewirken. Ob diese Kostenänderung allein auf eine Variation der Beschäftigung zurückzuführen ist oder ob auch andere Kostenbestimmungsfaktoren wirksam geworden sind, interessiert erst in zweiter Linie. Im Vordergrund der Betrachtung steht die absolute Kostenzunahme oder -abnahme bei variierter Ausbringung. Eine Kostendifferenz $\Delta K = K_2 - K_1$ ist allein dem Kostenbestimmungsfaktor Beschäftigung $\Delta x = x_2 - x_1$ zuzuschreiben, wenn die übrigen Kostenbestimmungsfaktoren konstant gesetzt werden oder ihr Verhalten im Untersuchungszeitraum sich nicht geändert hat. Ob alle Kostenbestimmungsfaktoren mit Ausnahme der Beschäftigung bei Beschäftigungsvariationen konstant bleiben, wird weitgehend davon abhängen, in welchem Umfange die Beschäftigung variiert wird und bei welchem Beschäftigungsgrad, ob an der Kapazitätsgrenze oder bei Unterbeschäftigung. Soll an der Kapazitätsgrenze die Ausbringung gesteigert werden, dann werden in der Regel mehrere Kostenbestimmungsfaktoren ihr Verhalten ändern, z. B. die Beschäftigung, die Kapazität, die Intensität, die Seriengröße, die Faktorqualitäten, der Wirtschaftlichkeitsgrad, die Preise (z. B. erhöhte Löhne für neu eingestellte Arbeitskräfte bei Facharbeitermangel). Wird aber der Beschäftigungsgrad z. B. durch zeitliche Anpassung von 50 % auf 60 % erhöht, dann ist durchaus denkbar, daß alle Kostenbestimmungsfaktoren mit Ausnahme der Beschäftigung konstant bleiben.

Unter der Voraussetzung, daß die Entscheidungen des dispositiven Faktors für alle auftretenden Einzelfälle festliegen und von vornherein für jede konkrete Situation die zu fällenden Entscheidungen vorgegeben sind, lassen

sich rein theoretisch - wenn auch mit erheblichen Schwierigkeiten - Gesetzmäßigkeiten für Änderungen im Gerüst der Kostenbestimmungsfaktoren ermitteln.

Gehen wir davon aus, daß in einer Unternehmung der Beschäftigungsgrad von 80 % auf 90 % erhöht werden soll. Folgende Veränderungen im Gerüst der Kostenbestimmungsfaktoren sollen hierbei eintreten:

1. Die Produktionsausweitung bedingt eine Steigerung des gesamten variablen Faktorverbrauchs um 12,5 %.

2. In der Kostenstelle 3, die bereits vollkommen ausgelastet ist, muß ein neues Aggregat angeschafft werden, um die zusätzliche Produktion zu bewältigen. Die intervallfixen Kosten des neuen Aggregates erhöhen den Fixkostenbestand der Unternehmung.

3. Die durchschnittliche Auftragsgröße bleibt konstant, die durchschnittliche Seriengröße nimmt von 300 auf 400 Stück zu. Die partiefixen Kosten nehmen daher je Stück um 25 % ab.

4. Die Faktorqualitäten der Produktionsfaktoren 19 und 81 verschlechtern sich. Damit sind steigende Fertigungskosten verbunden.

5. Die natürlichen Produktionsbedingungen bleiben gleich.

6. Der Wirtschaftlichkeitsgrad nimmt in den Kostenstellen 3 und 8 ab, verbessert sich jedoch in der Kostenstelle 1.

7. Um die zusätzliche Produktion bewältigen zu können, muß die Leistung der Engpaßaggregate gesteigert werden, und zwar sind dies die Aggregate 5, 12 und 38, deren Leistung um 8 %, 10 % bzw. 12,5 % erhöht werden muß. Mit dieser Intensitätssteigerung ist ein erhöhter Faktorverbrauch je Produktionseinheit verbunden. [1)]

---

1) In welcher Weise Intensitätsänderungen das Mengengerüst der Kosten beeinflussen, werden wir weiter unten noch eingehend zeigen.

8. Der um 12,5 % erhöhte Einsatz an Produktionsfaktoren bewirkt eine Preissteigerung der Produktionsfaktoren 4, 27 und 79, und zwar steigt der Preis des Produktionsfaktors 4 um 12 % für den zusätzlichen Faktorbedarf, der Preis des Produktionsfaktors 27 erhöht sich um 3 % für den Gesamtbedarf, während der Preis des Produktionsfaktors 79 für die ersten 5 % des zusätzlichen Bedarfes konstant bleibt, für die zweiten 5 % um 7 % steigt und für die restlichen 2,5 % nochmals um 3 % in die Höhe geht. Kompensierend auf diese Preiserhöhungen wirken Preisermäßigungen der Produktionsfaktoren 14, 63 und 112, die auf Grund des vermehrten Bezuges dieser Produktionsfaktoren von Lieferanten gewährt wurden, und zwar sinkt der Preis für die zusätzlich eingekaufte Menge des Produktionsfaktors 14 um 10 %, während die Preise für den Gesamtbedarf beim Produktionsfaktor 63 um 5 % und beim Produktionsfaktor 112 um 2 % fallen.

9. Die Kostenänderungen, welche durch die übrigen Kostenbestimmungsfaktoren hervorgerufen werden, sollen sich gegenseitig kompensieren.

32. Kostenverläufe im System der Kostenbestimmungsfaktoren

Schon dieses stark vereinfachte Beispiel zeigt, welche Schwierigkeiten zu überwinden sind, wenn mit Hilfe des Systems der Kostenbestimmungsfaktoren exakte Aussagen über die Kostenentwicklung gemacht werden sollen. Es besteht aber durchaus die theoretische Möglichkeit, bei konstantem Verhalten des dispositiven Faktors, einen allgemein gültigen Kostenverlauf zu ermitteln, indem man die Kosten differenziert nach Kostenarten darstellt, wobei sich in den einzelnen Kostenarten der Einfluß der Z Kostenbestimmungsfaktoren widerspiegelt. Die Gesamtkosten erhält man als Summe der Kostenarten.

$$K = \sum_{i}^{n} K_i \qquad (i = 1,2, \ldots, n)$$

Ist jedoch die Entscheidung des dispositiven Faktors von Fall zu Fall verschieden und sind mit alternativen Unternehmerentscheidungen unterschiedliche Einflußnahmen auf die Kosten verbunden, dann ist keine allgemein gültige Aussage über den Kostenverlauf mehr möglich.

Greifen wir eine Kostenart K_i ($i = 1, 2, \ldots, n$) heraus. Bei unterschied-

lichen Entscheidungen des dispositiven Faktors fallen beim gleichen Beschäftigungsgrad verschiedene Kostenbeträge an. Es läßt sich dann nicht mehr sagen, daß bei einem Beschäftigungsgrad x_1 Kosten der Kostenart i in Höhe von K_{i1} anfallen, sondern die Kosten werden je nach der getroffenen dispositiven Entscheidung zwischen den Extremwerten $K_{i1'}$ und $K_{i1''}$ liegen.

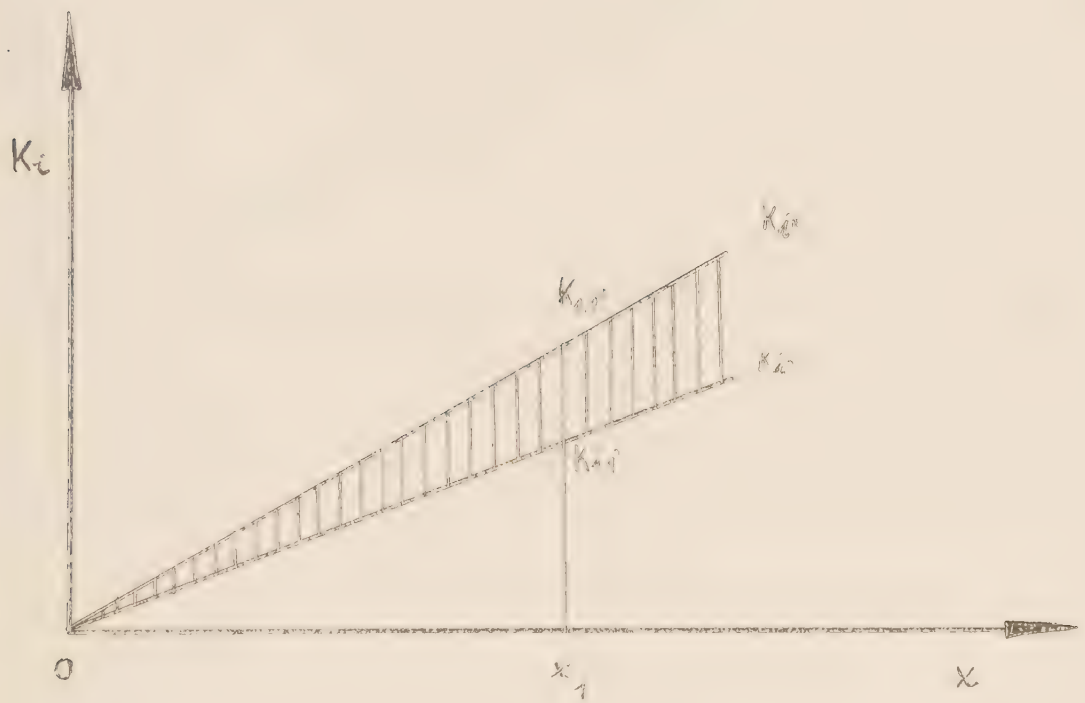


Abb. 10

Steht die Entscheidung des dispositiven Faktors fest, dann läßt sich ein repräsentativer Verlauf der Kostenart i ermitteln, der zwischen den Kurvenzügen $K_{i'}$ und $K_{i''}$ liegt.

Die Prämisse des konstanten Verhaltens des dispositiven Faktors läßt sich jedoch nicht aufrechterhalten. Wenn aber schon für einzelne Kostenarten

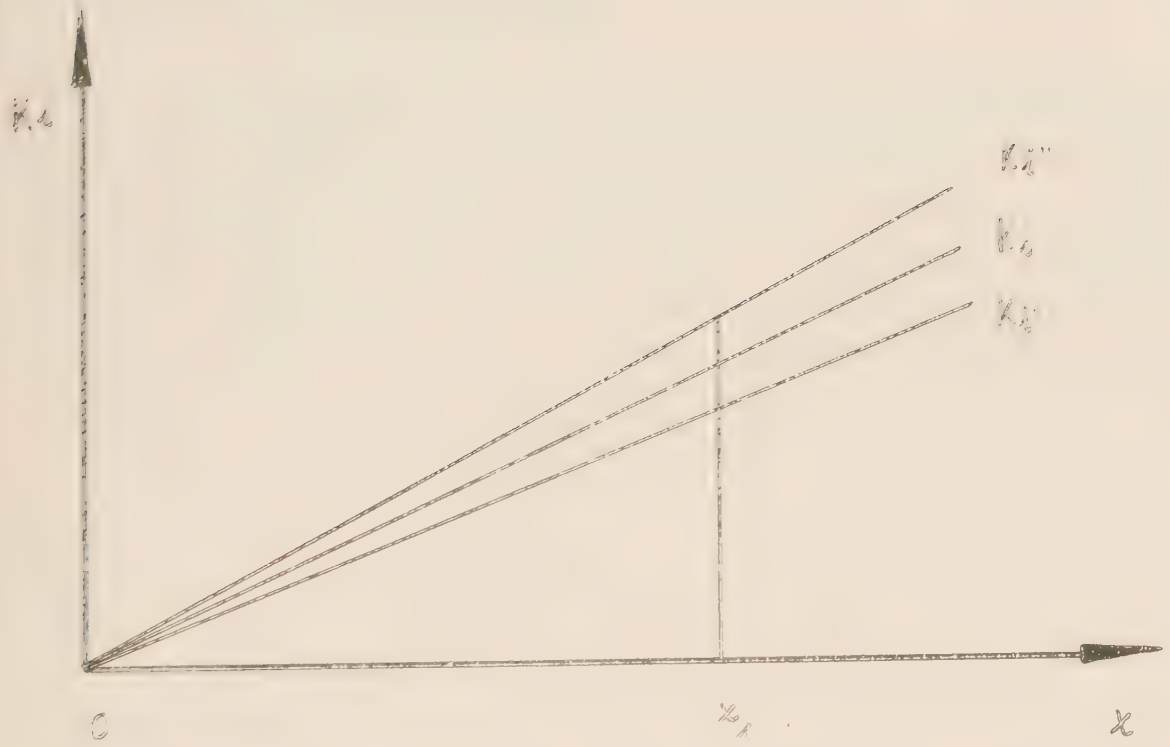


Abb. 11

keine repräsentativen Kostenvorgaben zu erzielen sind, [1] um wieviel weniger läßt sich ein Kurvenverlauf für den gesamten Unternehmungsbereich ermitteln, der für alle Beschäftigungsgrade - von dem Beschäftigungsgrad 0 bis zur Kapazitätsgrenze x_{max} - Gültigkeit besitzen soll. Voraussagbar ist keine Kostenkurve, sondern ein K o s t e n b a n d , das vom Schnittpunkt zwischen der Ordinate und der Fixkostenkurve seinen Ursprung nimmt. Wie schon aus Abb. 10 für die Kostenart K_i ersichtlich ist, nimmt die Differenz zwischen den Extremwerten mit steigender Beschäftigung zu, da sich die Kostenänderungen je Produktionseinheit mit wachsender Ausbringung kumulieren.

---

1) Bei der Frage, inwiefern alternative Unternehmerentscheidungen die Kosten beeinflussen können, drängt sich als sehr anschauliches Beispiel immer wieder die Theorie der Anpassungsprozesse auf.

Das Kostenband kann zudem nach oben verschoben werden, wenn neue intervallfixe Kostenarten hinzukommen.

In Abb. 12 ist die aufgezeigte Möglichkeit eines Kostenbandes dargestellt. Je nachdem, wie die Kostenbestimmungsfaktoren wirksam werden, sind den Beschäftigungsgraden x_o bis x_{max} Kostenwerte zuordenbar, die auf oder zwischen den Kostenstrahlen AK_{min} und AK_{max} liegen. Alle Kostenwerte auf der Fläche $ABCK_{min}K_{max}ED$ sind also denkbar. Bei der Ausbringung x_2 verschieben intervallfixe Kosten in Höhe von BC = DE das Kostenband nach oben. $CK_{min} \parallel AB$ und $EK_{max} \parallel AD$.

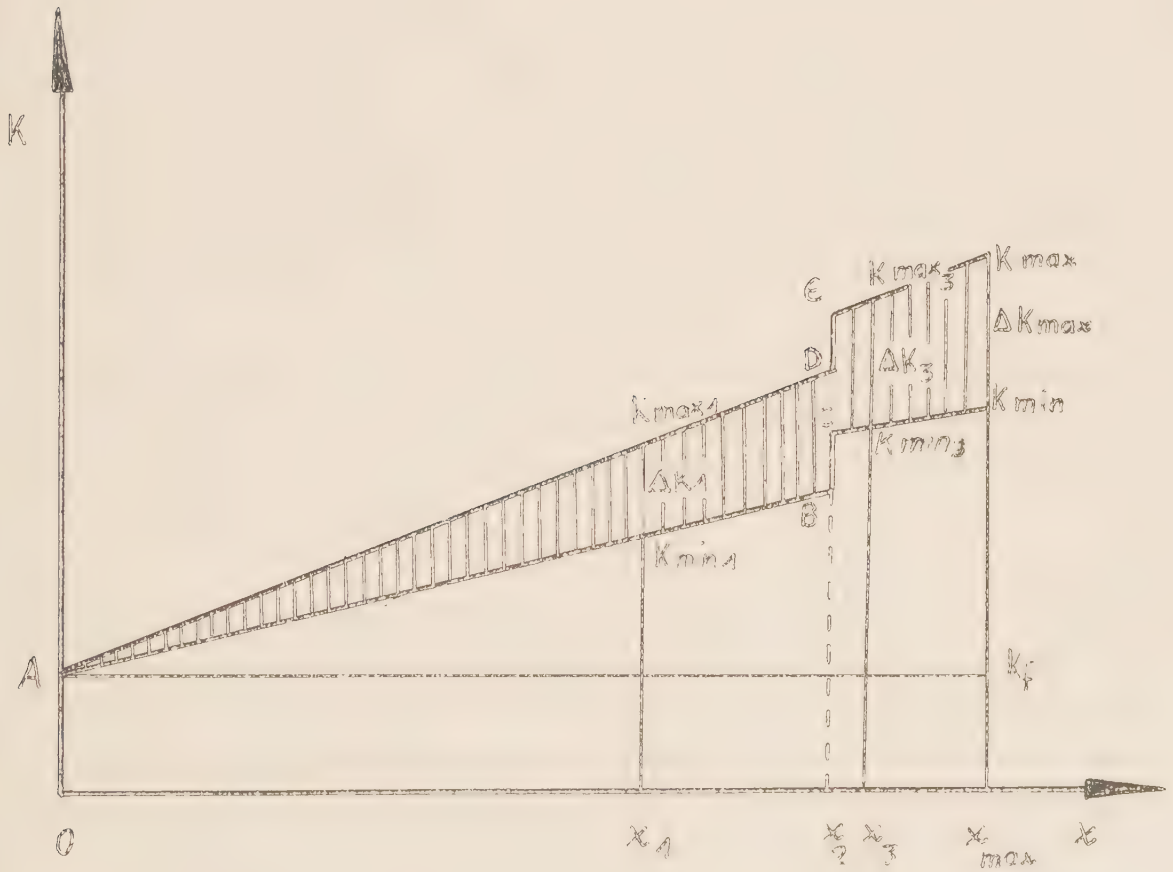


Abb. 12

33. Möglichkeiten zur Vereinfachung

Die Ergebnisse, die mit Hilfe der durch Einbeziehung eines Systems von Kostenbestimmungsfaktoren verfeinerten traditionellen Kostentheorie erzielt werden, stehen in keinem Verhältnis zu dem Rechenaufwand, der dazu erforderlich ist. Es stellt sich die Frage, ob nicht Vereinfachungen durchgeführt werden können, indem der Einfluß einiger Kostenbestimmungsfaktoren konstant gehalten wird.

1. Gehen wir - wie die traditionelle Kostentheorie - von einer gegebenen Kapazität und einem festliegenden Stand der Betriebsbereitschaft aus, dann tritt keine Änderung der Kostenbestimmungsfaktoren B_1, B_2, B_3, ..., B_m ein. Mit dieser Annahme schalten wir jedoch die Möglichkeit quantitativer Anpassungsprozesse aus. Wie aber die moderne Kostentheorie zeigt, ist die Kapazität einer Unternehmung nicht absolut fix, sondern hängt weitgehend von der erstrebten Ausbringung ab. Die Konstanz des Kostenbestimmungsfaktors Kapazität kann daher nicht für den gesamten Ausbringungsbereich, sondern nur innerhalb beschränkter Beschäftigungsschichten angenommen werden.

2. Nachdem die optimale Seriengröße ermittelt wurde, ist es durchaus möglich, daß sie über einen längeren Zeitraum hindurch beibehalten wird. Dies bedeutet, daß der Einfluß des Kostenbestimmungsfaktors Seriengröße konstant bleibt.

3. Die Unterstellung unveränderlicher Faktorqualitäten für alle Produktionsfaktoren bedeutet eine Vereinfachung, die den praktischen Erfahrungen widerspricht. Mit dem Fortschritt der Technik parallel verläuft die Tendenz der Industriebetriebe, ihre Erzeugnisse mit einem gleichbleibenden qualitativen Niveau auszustatten. Für bezogene Fertigungserzeugnisse (Einbauteile, Betriebsmittel, Betriebsstoffe) ist daher die qualitative Konstanz weitgehend gewährleistet. Nicht zu vermeidende qualitative Unterschiede treten dagegen bei Rohstoffen (unterschiedlicher Heizwert der Kohle, unterschiedlicher Eisengehalt des Erzes, verschiedene Härtegrade usw.) und auch bei den Arbeitskräften auf. Außerbetriebliche Einflüsse (seelische Belastungen, Familie, Gesundheitszustand) beeinflussen die Arbeitsfreude und Aufmerksamkeit der Arbeiter und damit

ihr qualitatives Niveau. Die Schwankungen in den Faktorqualitäten zeigen jedoch weitgehend oszillativen Charakter, das bedeutet, daß nur geringe Schwankungen um Durchschnittswerte nach oben und unten auftreten. "Im interdependenten Zusammenhang des gesamtbetrieblichen Geschehens werden Änderungen der Faktoreigenschaften in der einen durch gleichzeitige Änderungen in der anderen Richtung ausgeglichen. Ist das der Fall, dann kann man sagen, daß die Wirkung oszillativer Schwankungen der Faktoreigenschaften auf die Höhe der Produktionskosten gleich Null sei." [1] Auch für den einzelnen Produktionsfaktor werden sich in der Regel im Zeitablauf die oszillativen Schwankungen um einen Durchschnittswert ausgleichen. Für unsere Untersuchung bedeutet dies, daß wir - ohne daß größere Fehler auftreten werden - einen weiteren Block von Kostenbestimmungsfaktoren, nämlich die Faktorqualitäten, konstant setzen können.

4. Ähnlich den Faktorqualitäten wird sich der Einfluß der natürlichen Produktions- und Arbeitsbedingungen im Zeitablauf ausgleichen. Mit dem fortschreitenden Entwicklungsstand der Technik tritt zudem die Bedeutung der Natur immer mehr in den Hintergrund. Die Tapetenproduktion, die wegen der Farbenkontrolle an Tageslicht gebunden war, ist seit Erfindung der Tageslichtlampen unabhängig davon. Wird die Produktion - wie in der Mehrzahl der Fälle - in geschlossenen Fabrikhallen durchgeführt, findet die Jahreszeit (Sommer oder Winter) und die Tageszeit (Tag oder Nacht) kaum Beachtung. Selbstverständlich stehen die natürlichen Arbeitsbedingungen für Bau- und Montagebetriebe im Vordergrund der Beachtung, für die Mehrzahl der Industriebetriebe dürfte jedoch ein fixer Betrag, welcher der Jahreszeit oder Tageszeit Rechnung (z. B. erhöhter Heizbedarf im Winter) trägt, genügen. Damit würde sich eine genaue Analyse der Kostenbestimmungsfaktoren N_1, N_2, N_3, ..., N_t erübrigen.

5. Während Änderungen der Faktorpreise bei unverändertem Mengengerüst der Kosten auf die Kostenhöhe einwirken, zeigt sich eine Verbesserung oder Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit einer Kostenstelle im Mengengerüst der Kosten dieser Stelle. Es würde an dieser Stelle zu weit führen, zu zeigen, in welcher Weise der Einfluß des Kostenbe-

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 285

stimmungsfaktors Wirtschaftlichkeit einer Kostenstelle sichtbar gemacht werden kann. Es genügt hier zu erwähnen, daß die Plankostenrechnung praktische Methoden für die Aufdeckung von Unwirtschaftlichkeiten in einer Kostenstelle entwickelt hat. Hinsichtlich des Wirtschaftlichkeitsgrades besteht eine starke Analogie zum Komplex der Faktorqualitäten, da Unwirtschaftlichkeiten oft Folge eines mangelhaften qualitativen Niveaus der menschlichen Arbeitskräfte sind. Veränderungen des Wirtschaftlichkeitsgrades tragen auch weitgehend oszillativen Charakter. Grobe Unwirtschaftlichkeiten werden bei der Kostenkontrolle erkannt und in Zukunft vermieden. Dies bedeutet, daß auch der Einfluß des Kostenbestimmungsfaktors Wirtschaftlichkeitsgrad weitgehend konstant gehalten werden kann.

6. Ein Kostenbestimmungsfaktor, der das Mengengerüst der Kosten wesentlich beeinflussen kann, ist die Intensität oder Leistung. Wie wir schon dargestellt haben, sind unterschiedlichen Intensitäten verschiedene Einsatzmengen an Produktionsfaktoren je Produkteinheit zuordenbar. Hat ein Betrieb seine optimale Intensität verwirklicht, das bedeutet, hat der Faktorverbrauch je Produkteinheit sein Minimum erreicht, dann wird er versuchen, möglichst lange diese Intensität beizubehalten. Dies ist aber nur möglich, wenn die optimale Intensität an den einzelnen Aggregaten bekannt ist.[1] Bei niedrigen Beschäftigungsgraden wird man die optimale Intensität realisieren, Schwierigkeiten treten jedoch bei hohen Beschäftigungsgraden auf. Während eine Reihe von Aggregaten noch ungenutzte Kapazitäten aufweist, werden andere Aggregate zu Engpässen und können den an ihre Leistungsquerschnitte gestellten Anforderungen nur durch intensitätsmäßige Anpassung entsprechen. In welcher Weise Intensitätsvariationen Veränderungen im Mengengerüst der Kosten nach sich ziehen, soll noch unser ganz besonderes Interesse finden. Für unsere Betrachtung hinsichtlich der Konstanz bzw. der Veränderlichkeit des Kostenbestimmungsfaktors Intensität können wir festhalten, daß wir bei niedrigen Beschäftigungsgraden die Konstanz bzw. bei hohen Beschäftigungsgraden die Veränderlichkeit der Intensität annehmen dürfen.

7. Der Einfluß von Preisschwankungen läßt sich relativ einfach ausschalten, indem Festpreise für die Produktionsfaktoren angesetzt werden. Die

---

1) Die Ermittlung der optimalen Intensität wird weiter unten noch im einzelnen dargestellt werden.

Unternehmung ist in der Regel nur verantwortlich für das Mengengerüst der Kosten, die Faktorpreise werden hingegen auf dem Beschaffungsmarkt gebildet, auf den die Einkaufsabteilung nur unter Annahme spezieller Voraussetzungen (z. B. Nachfragemonopol) einwirken kann. Wird die Bewertung der Faktoreinsatzmengen mit Festpreisen vorgenommen, dann bewirken Preisänderungen keine Verschiebung im Kostengefüge.

Unsere Untersuchungen über die Bedeutung des Einflusses der einzelnen Kostenbestimmungsfaktoren zeigen, daß unter vereinfachenden, aber nicht allzu groben Annahmen die Konstanz einiger Kostenbestimmungsfaktoren, nämlich der Faktorpreise, der Serviengrößen, der Faktorqualitäten und mit erheblichen Einschränkungen der natürlichen Arbeitsbedingungen und der Wirtschaftlichkeitsgrade der innerbetrieblichen Betätigung, angenommen werden kann.

Von besonderer Bedeutung für die anfallenden Kosten sind neben der Beschäftigung, welche die Größenordnung der variablen Kosten festlegt und der Kapazität, welche die Größenordnung der fixen Kosten determiniert, als wichtigster sekundärer Kostenbestimmungsfaktor die Intensität oder Leistung, die in maßgeblicher Weise die effektiv anfallenden Kosten mit verursacht.

Der Versuch, Kostenfunktionen zu ermitteln, muß daher u. E. nicht nur - wie die traditionelle Kostentheorie - die Kostenhöhe in Abhängigkeit von der Beschäftigung untersuchen, sondern selbst unter vereinfachten Bedingungen die Kostenbestimmungsfaktoren Kapazität und Intensität mit berücksichtigen.

In den einzelnen betrieblichen Teilbereichen können die Kostenbestimmungsfaktoren in der unterschiedlichsten Art und Weise wirksam werden. Passen sich z. B. in einer Unternehmung die Kostenstelle A auf eine Absatzänderung zeitlich, die Kostenstelle B quantitativ und die Kostenstelle C intensitätsmäßig an, dann ändern sich - ceteris paribus - in der Kostenstelle A der Kostenbestimmungsfaktor Beschäftigung, in der Kostenstelle B die Beschäftigung und die Kapazität und in der Kostenstelle C die Beschäftigung und die Intensität. Die verschiedenen Anpassungsmöglichkeiten,

die weitgehend von den dispositiven Entscheidungen der Unternehmungsleitung abhängen, führen zu unterschiedlichen Kostenverläufen und nur wenn a priori eindeutig festgelegt wäre, in welcher Weise der dispositive Faktor sich an Beschäftigungsschwankungen anpassen würde, wenn also die unternehmerische Entscheidung von vornherein fixiert und unabänderlich wäre, ließen sich Aussagen über die zu erwartende Gesamtkostenfunktion machen. Die Annahme des plandeterminierten Verhaltens des dispositiven Faktors muß für die Industrie verneint werden. Da ein planmäßiges Wirksamwerden der Kostenbestimmungsfaktoren für den Bereich der gesamten Unternehmung nur in Ausnahmefällen unterstellt werden kann (z. B. Einproduktbetriebe), erscheint es angebracht, die Kosten zunächst getrennt für die Bereiche zu ermitteln, in denen die Kostenbestimmungsfaktoren wirksam werden und ihr Einfluß auf die Kostenhöhe sichtbar gemacht werden kann; das sind aber die Kostenstellen bzw., wenn unterschiedliche Aggregate in einer Kostenstelle sich vorfinden, die Aggregate selbst. Die Produktionsfunktion und damit auch die Kostenfunktion (denn die Kostenfunktion ist - wie wir dargestellt haben - die Umkehrfunktion der monetären Produktionsfunktion) soll also aufgespalten und differenziert nach Kostenstellen bzw. Aggregaten untersucht werden.

Nur wenn alle Kostenbestimmungsfaktoren mit Ausnahme der Beschäftigung konstant gehalten werden können, läßt sich die von uns aufgestellte Kostenfunktion dergestalt vereinfachen, daß die Gesamtkosten in Abhängigkeit von der Ausbringung dargestellt werden können:

$$K = f\ (\text{const.};\ x_1,\ x_2,\ x_3,\ \ldots,\ x_n)$$

Diese Kostenfunktion läßt sich jedoch geometrisch nicht konstruieren, da sie n unabhängige Veränderliche enthält. Nur wenn es gelingt, die unterschiedlichen Ausbringungsmaßstäbe mit Hilfe von Aequivalenzziffern auf eine gemeinsame Bezugsgröße umzurechnen, also wenn

$$K = f\ (\text{const.};\ x)$$

ist, kann die Funktion graphisch veranschaulicht werden, wie dies die traditionelle Kostentheorie unterstellt. Die Annahme der Konstanz aller Kostenbestimmungsfaktoren mit Ausnahme der Beschäftigung und die Erstellung einer gemeinsamen Bezugsgröße für die Beschäftigung kann jedoch im allgemeinen

für Industriebetriebe als unrealistisch bezeichnet werden.

Wie unsere Ausführungen ergeben haben, erscheint der Versuch, mit Hilfe eines Systems von Kostenbestimmungsfaktoren die traditionelle Kostentheorie zu verfeinern und zur Ermittlung repräsentativer Gesamtkostenfunktionen zu gelangen, vorerst gescheitert. Eine genaue Analyse der Kostenbestimmungsfaktoren kann nicht für einen Gesamtbetrieb erfolgen. Diese Erkenntnis leitet uns von der bisher geübten Totalbetrachtung zu einer Partialbetrachtung, die uns in die einzelnen Kostenstellen und weiter bis an das einzelne Aggregat führt.

5. Theoretische Kostenfunktionen auf der Grundlage eines Systems von Verbrauchsfunktionen

5.1. Die Aufgliederung der Produktionsfunktion

In den Kostenstellen wird an Aggregaten und Arbeitsplätzen die betriebliche Produktion erstellt. Hierzu ist ein laufender Einsatz von Produktionsfaktoren erforderlich. Während die traditionelle Produktionstheorie nur zwischen den drei Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital unterschied, erscheint es für den Aufbau einer wirklichkeitsnahen, an den Gegebenheiten des Industriebetriebes orientierten Theorie angebracht, die ursprünglichen Produktionsfaktoren weiter aufzuspalten. An der Erstellung der Produktion sind soviel Produktionsfaktoren beteiligt, wie unterschiedliche Faktoreinsatzmengen oder -zeiten on unmittelbar oder mittelbar in das Produkt eingehen. Merkmal für die Bezeichnung als gesonderter Produktionsfaktor soll die eindeutige Unterscheidbarkeit seiner Faktoreinsatzmenge von denen übriger Produktionsfaktoren sein. Z. B. läßt sich der originäre Produktionsfaktor Kapital aufspalten in die Elementarfaktoren Betriebsmittel und Werkstoff.[1] der Elementarfaktor Werkstoff in Fertigungsmaterial und in Hilfs- und Betriebsstoffe. Das Fertigungsmaterial gliedert sich auf in die Fertigungsmaterialarten R_1, R_2, ..., R_n, wobei n die Anzahl der unterscheidbaren Fertigungsmaterialarten angibt. Eine ähnliche Unterteilung läßt sich für die Hilfs- und Betriebsstoffe sowie die Elementarfaktoren Betriebsmittel und menschliche Arbeitsleistung vornehmen. Es ist zweckmäßig, für eine kostentheoretische Untersuchung die Produktionsfaktoren nicht als ungeteilten Komplex zu betrachten, sondern eine weitgehende Unterteilung vorzunehmen, da die einzelnen in den komplexen Produktionsfaktoren zusammengefaßten Faktoren auf Änderungen der Kostenbestimmungsfaktoren durchaus unterschiedlich reagieren können. Unter dem Begriff "Produktionsfaktor" ist daher im weiteren Ablauf unserer Darstellung nicht mehr ein originärer Produktionsfaktor zu verstehen, sondern ein Teilfaktor.

Durch die Kombination der Produktionsfaktoren wird die betriebliche Produk-

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 3 ff.

tion bewirkt. Wie wir dargestellt haben, besteht keine direkte funktionale Beziehung zwischen dem Einsatz an Produktionsfaktoren und der erstellten betrieblichen Leistung, denn "die Verbrauchsmengen sind nicht unmittelbar, sondern mittelbar von der Ausbringung abhängig und zwar über die 'zwischengeschalteten' Produktionsstätten (Betriebsmittel, Arbeitsplätze, Anlageteile)". [1] "Eine wirklichkeitsnahe Produktions- und Kostentheorie für Industriebetriebe muß diese Tatsache berücksichtigen und vor allem die Beziehungen untersuchen, die zwischen dem Einsatz von Produktionsfaktoren und der Maschinenleistung bestehen." [2] Von diesen Erkenntnissen ausgehend, wendet sich GUTENBERG von der traditionellen, auf dem Ertragsgesetz aufbauenden Kostentheorie ab. Er zerlegt den Komplex der Produktionsfunktion vom Typ A über die Kostenstellen und Betriebsmittel bis zu den einzelnen Produktionsfaktoren und untersucht die Änderungen im Faktorverbrauch bei schwankenden Intensitäten. Auf diese Weise durchleuchtet GUTENBERG das Gerüst der Faktoreinsatzmengen. Unsere Aufgabe soll es sein, zu untersuchen, ob aus diesen Teilfunktionen eine Kostentheorie aufgebaut werden kann, welche als theoretische Grundlage für empirische Kostenuntersuchungen geeignet erscheint.

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 219

2) Kilger, W., a. a. O., S. 53

2. Die Abhängigkeit des Faktorverbrauchs von der Leistung

21. Der fixe Faktorverbrauch

Der zur Erstellung der betrieblichen Produktion erforderliche Einsatz an Produktionsfaktoren läßt sich unter Berücksichtigung der Leistung wie folgt unterteilen:

1. Fixer Faktorverbrauch
2. Variabler Faktorverbrauch
   a) Leistungsunabhängiger Faktorverbrauch
   b) Leistungsabhängiger Faktorverbrauch

Hiervon wollen wir zunächst den fixen Faktorverbrauch betrachten.

Unabhängig davon, ob - und wenn - wieviel Produkte in einer Unternehmung hergestellt werden, ist allein schon zur Erstellung und Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft ein ständiger Einsatz von Produktionsfaktoren erforderlich, der sogenannten Potentialfaktoren, die ihr Leistungspotential für einen bestimmten Kalenderzeitraum zur Verfügung stellen.

Da sich die Kapazität einer Unternehmung im allgemeinen aus additiven Teilkapazitäten zusammensetzt, ist der Verbrauch dieser Potentialfaktoren nicht für den gesamten Beschäftigungsbereich absolut fix, sondern kann, wie die Theorie der quantitativen Anpassungsprozesse zeigt, durchaus verändert werden. Sind jedoch die dispositiven Entscheidungen über den quantitativen Einsatz dieser Potentialfaktoren gefallen, dann ist der Verbrauch dieser Produktionsfaktoren kurzfristig, während der sog. "operational time" absolut fix. Zu diesen Potentialfaktoren gehören z. B. "die Nutzung von Grundstücken und Gebäuden, der Zeitverschleiß von Maschinen, Anlagen und Einrichtungen, die Arbeitsleistung von Angestellten sowie alle Dienstleistungen, für die feste Honorare, Gebühren, Mieten, Prämien oder Beiträge zu entrichten sind". [1)]

Der Verbrauch an Potentialfaktoren steht in keiner Beziehung zur Ausbringung bzw. Beschäftigung und damit auch nicht zur Intensität, mit welcher

---

1) Kilger, W., a. a. O., S. 77

die betriebliche Produktion erstellt wird. Er fällt auch dann an, wenn die Beschäftigung = 0 wird, d. h. wenn die Produktion ruht. Die Potentialfaktoren stellen ihr Leistungspotential für einen bestimmten Zeitraum zur Verfügung. Das Mengengerüst der Potentialfaktoren bleibt unbeeinflußt davon, ob die Kapazität voll ausgenutzt wird oder in geringerem Maße, als dies möglich wäre. Insbesondere bleibt der Verbrauch an Potentialfaktoren auch unbeeinflußt davon, ob die Intensität geändert wird, mit der die betriebliche Produktion vorgenommen wird. Weiterhin kann die Frage gestellt werden, ob die unterschiedliche Ausnutzung der Kapazität nicht eine intensitätsmäßige Anpassung der Potentialfaktoren erfordert. Dies ist aber nicht der Fall, da diese ein bestimmtes maximales Leistungspotential zur Verfügung stellen und bei einer davon abweichenden Nutzung sich nicht verändern.

Es besteht daher keine Veranlassung zu versuchen, den fixen Faktorverbrauch mit einzubauen in die Theorie der Verbrauchsfunktionen. Vielmehr ist es ohne weiteres möglich, den Verbrauch an Potentialfaktoren zu ermitteln. Addieren wir den Verbrauch der fixen Faktorarten über alle Kostenstellen, bewerten ihn mit seinen Preisen und addieren die dadurch erhaltenen Kostenarten, dann ist die Summe der Kostenarten gleich dem gesamten bewerteten fixen Faktorverbrauch der Unternehmung.

Unterstellen wir m Kostenstellen und n Potentialfaktoren, dann fallen in den einzelnen Kostenstellen folgende Verbrauchsmengen an. Der Erste Index bezeichnet die Faktorart, der zweite Index die Kostenstelle.

R_i = Produktionsfaktor $(i = 1, 2, \ldots, n)$
KS_j = Kostenstelle $(j = 1, 2, \ldots, m)$

Faktorarten	R_1	R_2	R_3	...	R_{n-1}	R_n
Kosten-stellen						
KS 1	r_{11}	r_{21}	r_{31}	...	r_{n-11}	r_{n1}
KS 2	r_{12}	r_{22}	r_{32}	...	r_{n-12}	r_{n2}
KS 3	r_{13}	r_{23}	r_{33}	...	r_{n-13}	r_{n3}
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
KS_{m-1}	r_{1m-1}	r_{2m-1}	r_{3m-1}	...	r_{n-1m-1}	r_{nm-1}
KS_m	r_{1m}	r_{2m}	r_{3m}	...	r_{n-1m}	r_{nm}
	$\sum_1^m j\ r_{1j}$	$\sum_1^m j\ r_{2j}$	$\sum_1^m j\ r_{3j}$	...	$\sum_1^m j\ r_{n-1j}$	$\sum_1^m j\ r_{nj}$

Der Faktorverbrauch eines Potentialfaktors R_i ist also gleich

$$\sum_1^m j\ r_{ij}.$$

Bewerten wir die über die Kostenstellen addierten Potentialfaktoren mit ihren Preisen q_i, dann erhalten wir den gesamten bewerteten fixen Faktorverbrauch, das ist aber nichts anderes als die gesamten fixen Kosten.

$$K_f = \sum_1^m j\ r_{1j}\ q_1 + \sum_1^m j\ r_{2j}\ q_2 + \sum_1^m j\ r_{3j}\ q_3 + \ldots + \sum_1^m j\ r_{n-1j}\ q_{n-1} + \sum_1^m j\ r_{nj}\ q_n,$$

$$K_f = \sum_1^n i \sum_1^m j\ r_{ij}\ q_i.$$

Damit ist der gesamte fixe Faktorverbrauch erfaßt. Kostenrechnerisch wird er en bloc in die Betriebsergebnisrechnung überführt, kostentheoretisch verläuft im Kosten-Beschäftigungs-Koordinatensystem die Kurve der fixen Kosten parallel zur Abszisse. Ihr Schnittpunkt mit der Ordinate bildet den Ursprung einer etwaigen Gesamtkostenkurve (Abb. 13).

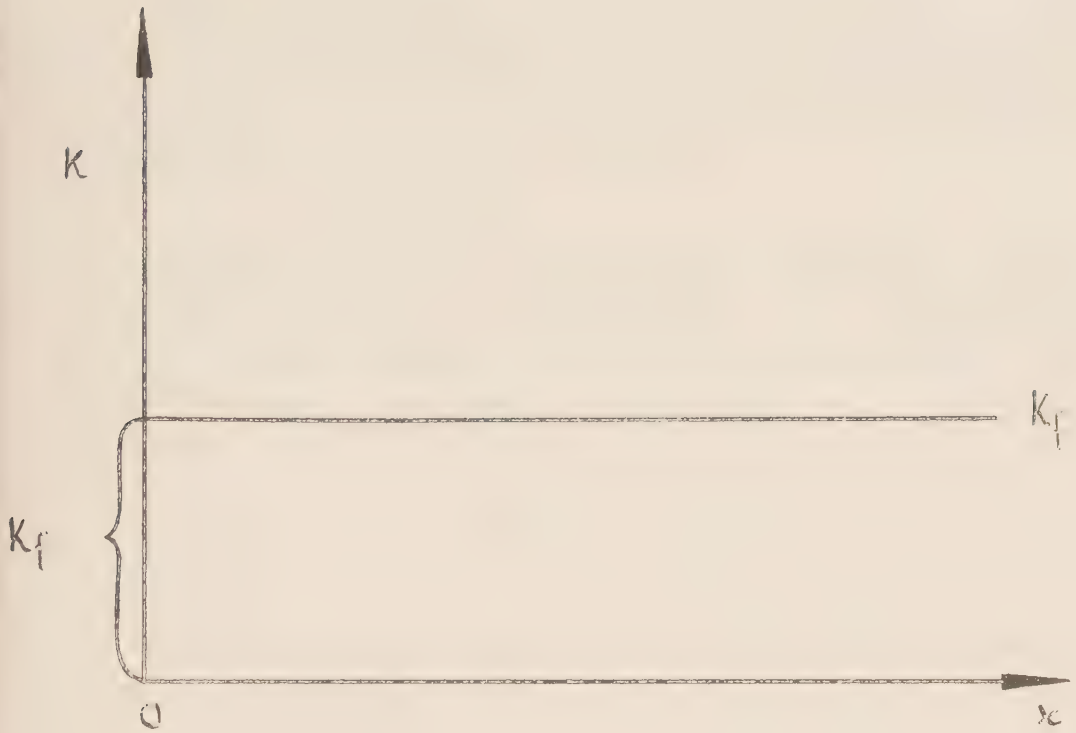


Abb 13

22. Der variable Faktorverbrauch

221. Maßgrößen für den variablen Faktorverbrauch und Definition der Verbrauchsfunktion

Nachdem der fixe Faktorverbrauch und damit auch die Höhe der fixen Kosten eindeutig festgelegt ist, soll der variable Faktorverbrauch auf seine Beeinflußbarkeit durch die Leistung untersucht werden. Bevor jedoch der leistungsunabhängige variable Faktorverbrauch und daran anschließend der leistungsabhängige Faktorverbrauch einer näheren Betrachtung unterzogen wird, sollen die Verbrauchsfunktion definiert und Maßgrößen für den variablen Faktorverbrauch aufgestellt werden.

Die funktionale Beziehung, die zwischen dem Verbrauch eines Produktionsfaktors für eine Bezugsgrößeneinheit und der Intensität der Leistungserstellung an einem Betriebsmittel besteht, wollen wir als Verbrauchsfunktion bezeichnen. [1]

Unter der Intensität oder Leistung eines Aggregates verstehen wir die Anzahl an Produktions- oder Arbeitseinheiten = Bezugsgrößeneinheiten, die an einem Aggregat während einer Zeiteinheit ausgebracht wird. Physikalisch ist die Leistung gleich dem Quotienten aus Arbeit und Zeit:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

Maßstab für die an einem Aggregat geleistete Arbeit ist die ausgebrachte Anzahl an Bezugsgrößeneinheiten. Bezeichnen wir sie mit b und die Zeiteinheit, während welcher die Arbeit geleistet wird, mit t, dann läßt sich die Leistung eines Aggregates wie folgt mathematisch definieren:

$$d = \frac{b}{t}$$

Werden homogene Erzeugnisse an einem Aggregat hergestellt oder bearbeitet, dann bilden diese Produkte selbst die Bezugsgröße für die geleistete Arbeit, z. B. Stückzahl, kg, l, m, qm, cbm. Werden jedoch heterogene Produkte hergestellt, dann müssen Hilfsmaßstäbe als Bezugsgrößen dienen. Dieses Problem tritt besonders bei Einzelfertigung auf. Arbeitet hierbei das Aggregat bei

---

1) Der Begriff der "Verbrauchsfunktion" wurde erstmals von Gutenberg geprägt. Gutenberg, E., a. a. O., S. 218: "Wir wollen diese Abhängigkeiten zwischen Verbrauch an Faktoreinsatzmengen und technischer Leistung eines Betriebsmittels als 'Verbrauchsfunktion' bezeichnen." Bei Gutenberg fehlt noch die Beziehung des Faktorverbrauchs auf e i n e Produktionseinheit.

Die Weiterentwicklung der Gutenbergschen Theorie der Verbrauchsfunktionen wurde von Kilger durchgeführt. Er zeigte erstmals Möglichkeiten für die praktische Anwendung der Gutenbergschen Theorie auf: Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, in "Die Wirtschaftswissenschaften", Wiesbaden 1958, S. 53 ff. Er definiert die Verbrauchsfunktionen a. a. O., S. 54: "Eine Verbrauchsfunktion gibt die funktionalen Beziehungen wieder, die zwischen dem Faktorverbrauch für eine geleistete Produktions- oder Arbeitseinheit und der technischen Leistung eines Aggregates bestehen."

Vgl. hierzu auch Kilger, W., Die Produktions- und Kostentheorie als theoretische Grundlage der Kostenrechnung, ZfhF 1958, S. 553 ff.; Heiss, Th., Kostentheorie und Praxis, Junge Wirtschaft 1958, S. 453 ff.

allen Arbeitsgängen mit konstanter Intensität, dann können die Laufzeiten (Minuten, Stunden) als Bezugsgröße für die Zurechnung der geleisteten Arbeit auf die einzelnen bearbeiteten Stücke dienen. In diesen Fällen ist die Leistung "der mengenmäßig erfaßte Fortschritt im Zustand der Erzeugnisse, die auftragsgemäß Teil für Teil und Stufe für Stufe von den einzelnen Abteilungen bzw. Arbeitsstellen erstellt werden" [1] Die Leistung wird aber in der Mehrzahl der Fälle nicht konstant, sondern unterschiedlich sein je nach dem Härtegrad und der Qualität des Rohstoffes, der Oberflächengüte und der Genauigkeit, mit der die Arbeit durchgeführt werden soll.

Grundsätzlich kann auch in Industriebetrieben das physikalische Maß der Arbeit, nämlich kgm als Bezugsgröße verwandt werden. [2] Wird ein kg einen Meter hochgehoben, dann beträgt die hierbei geleistete Arbeit 1 kgm. Da die Leistung dem Quotienten aus Arbeit und Zeit entspricht, können wir sie in kgm pro Zeiteinheit ausdrücken. In der Physik wird die Arbeit auf die Zeiteinheit Sekunden umgerechnet, so daß wir sagen können:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{kgm}}{\text{sec}}$$

Der Quotient Arbeit pro Zeiteinheit wird auf das Leistungsmaß Pferdestärke (PS) umgerechnet, wobei

$$1 \text{ PS} = 75 \frac{\text{kgm}}{\text{sec}}$$

entspricht. Umgerechnet auf die Laufstunde ergibt eine Leistung von 1 PS eine Arbeit von 75 x 60 x 60 = 270.000 kgm. Ein Aggregat, das von einem 50-PS-Motor angetrieben wird, kann also in einer Laufstunde eine Arbeit von $13.500 \cdot 10^3$ kgm leisten.

Theoretisch ließe sich also durchaus - zumindest mit annähernder Genauigkeit - feststellen, welche Leistung bei der Bearbeitung eines einzelnen Stückes bei Einzelfertigung von dem Aggregat erbracht worden ist. Da unsere Arbeit jedoch nicht einen rein theoretischen Charakter tragen soll, sondern

---

1) Bredt, O., Auftragsrechnung oder Abteilungsrechnung, Technik und Wirtschaft 1940, S. 66

2) Vgl. hierzu Kilger, W., a. a. O., S. 54

jeweils berücksichtigen soll, ob eine Verwirklichung der theoretischen Erkenntnisse in der Praxis - auch wenn dies aus Wirtschaftlichkeitserwägungen heraus nicht geschieht - möglich ist, erscheint uns diese Methode der genauen Leistungsermittlung auf der Grundlage des physikalischen Leistungsbegriffes kgm je sec als zu wirklichkeitsfremd, um für Industriebetriebe größere Bedeutung gewinnen zu können.

Nach Möglichkeit sollte die quantifizierbare Ausbringung pro Zeiteinheit Maßstab für die Leistung eines Aggregates sein. Bestehen aber Schwierigkeiten, die Leistung mit Hilfe der Ausbringung eindeutig zu messen, dann muß man versuchen, die Leistung mit Hilfe technischer Daten des betreffenden Betriebsmittels zu erfassen. GUTENBERG nennt daher auch als Hilfsgrößen der Leistungsermittlung die Umdrehungszahl/Min., [1] Schnittgeschwindigkeiten, [2] Hubzahlen/Std., [2] Rohstoffdurchsatz/Std., [3] KILGER als zusätzliches Beispiel die Schußzahl/Min. von Webstühlen. [4]

Steigt z. B. die von einer Drehbank bei gleicher Spanstärke während einer Laufstunde abgedrehte Fläche von 0,4 qm/Std. auf 0,5 qm/Std., dann hat das Aggregat Drehbank seine Leistung um 25 % erhöht, und werden von einer Bohrmaschine in einer Laufstunde anstatt bisher 40 nun 50 gleich große Bohrlöcher gebohrt, dann hat sich die Intensität der Bohrmaschine durch Veränderung des Vorschubs und der Schnittgeschwindigkeit ebenfalls um 25 % erhöht.

Die Leistung (d) eines Aggregates ist also gleich der Ausbringung an Bezugsgrößeneinheiten (b) je Zeiteinheit (t):

$$d = \frac{b}{t}$$

Eine Verbrauchsfunktion gibt uns stets den Faktorverbrauch u_i e i n e s Produktionsfaktors R_i und zwar an nur einem Betriebsmittel an.

Werden für die Erstellung von b Bezugsgrößeneinheiten von dem Produktions-

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 224
2) Derselbe, a. a. O., S. 218
3) Derselbe, a. a. O., S. 243
4) Kilger, W., a. a. O., S. 55

faktor R_i z. B. r_i Einsatzmengen verbraucht, dann beträgt der Faktorverbrauch je Einheit u_i:

$$u_i = \frac{r_i}{b}$$

Der Faktorverbrauch je Einheit u_i stellt für ein Aggregat, das nur einen Leistungsgrad realisieren kann oder dessen Leistung konstant gehalten wird, eine unveränderliche konstante Größe dar, die, welchen Wert b auch annimmt, gleich bleibt. Im allgemeinen verfügen jedoch Aggregate über einen gewissen Spielraum, innerhalb dessen die Leistung variiert werden kann. So können die Tourenzahl eines Motors, die Schnittgeschwindigkeit einer Bohrmaschine, die Schußzahl einer Webmaschine, die Temperatur eines Destillationsprozesses, die Arbeitsgänge pro Zeiteinheit geändert werden. Mit diesen Intensitätsschwankungen sind jedoch, wenn keine proportionalen Beziehungen zwischen Intensität und Faktorverbrauch bestehen, Änderungen des Faktorverbrauchs je Einheit u_i verbunden. Bei der Festlegung des Faktorverbrauchs je Einheit u_i muß also der Einfluß der Intensität, mit welcher das Aggregat arbeitet, berücksichtigt werden. Bei gleicher Ausbringung b kann der Faktorverbrauch r_i, je nachdem, mit welcher Leistung d diese Ausbringung erstellt worden ist, unterschiedlich sein. Der Faktorverbrauch je Einheit u_i läßt sich also in funktionaler Abhängigkeit von der Aggregatleistung darstellen:

$$u_i = f_i(d)$$

Diese Funktionsform beinhaltet in ihrer weiten Fassung alle Beziehungen zwischen Faktorverbrauch und Leistung. Sie gilt auch für den Fall, daß Intensitätsänderungen keinen Einfluß auf den Faktorverbrauch ausüben, dann besteht nämlich eine lineare funktionale Beziehung zwischen Leistung und Faktorverbrauch.

Allein technische Daten sind es, die das Funktionsgesetz einer Verbrauchsfunktion an einem beliebigen Betriebsmittel bestimmen. "Es hängt z. B. von der installierten Kilowattzahl des Motors, von den Übersetzungsverhältnissen der Getriebe, von der Materialart einzelner Betriebsmittelteile, von Rohrdurchmessern und technischen Dimensionen der verschiedensten Art ab." [1]

---

1) Kilger, W., a. a. O., S. 55

Ein besonderes Problem bei der Ermittlung geeigneter Maßgrößen für den variablen Faktorverbrauch tritt auf, wenn die unterschiedliche Auftrags- und Produktionszusammensetzung berücksichtigt werden soll, wenn also z. B. im Industriebetrieb die Produktion in unterschiedlichen Seriengrößen erfolgt. Hier genügt es nicht, eine einzige Bezugsgröße für den variablen Faktorverbrauch aufzustellen, da der Faktorverbrauch einmal durch die Rüstzeiten, zum anderen durch die Ausführungszeiten bedingt ist. Die erforderlichen Rüstzeiten sind zwar je Serie fix, variieren aber mit wechselnden Auflegungszahlen. Als Bezugsgrößen bieten sich hier die Rüststunden und die Ausführungsstunden an, da sich der Faktorverbrauch jeweils proportional zu den beiden Bezugsgrößen verändert. In analoger Weise kann diese Aufspaltung der Bezugsgröße für die Auftragszusammensetzung erfolgen. In der Plankostenrechnung wird diese Aufspaltung der Bezugsgröße für die Berücksichtigung der Seriengröße ebenfalls vorgenommen. [1)]

2. Der leistungsunabhängige variable Faktorverbrauch

Beim leistungsunabhängigen variablen Faktorverbrauch bleibt die Einsatzmenge des Produktionsfaktors für jede Bezugsgrößeneinheit konstant, unabhängig davon, mit welcher Leistung die Produktion erstellt wird, das bedeutet, daß die Produktionskoeffizienten der Produktionsfaktoren fix sind.

Das treffendste Beispiel für leistungsunabhängigen Faktorverbrauch sind die Fertigungslöhne, falls die Entlohnung im Akkord erfolgt. Beim Stückzeitakkord wird dem Arbeiter für jedes gefertigte Stück die gleiche Anzahl von Fertigungsminuten gutgeschrieben (der Verbrauch des Produktionsfaktors Arbeit nämlich Fertigungsminuten/Stück ist also pro Einheit konstant) und die Entlohnung erfolgt nach der Anzahl der vom Arbeiter erzielten Fertigungsakkordminuten, gleichgültig welche Fertigungszeiten effektiv für die Arbeit benötigt wurden.

Eine weitere gewichtige Gruppe von Produktionsfaktoren, nämlich das Fertigungsmaterial, verhält sich leistungsunabhängig, da die eingesetzten Rohstoffe sich proportional zur Ausbringung verhalten, falls steigende Inten-

1) Vgl. Kilger, W., Produktionsplanung einschließlich Planung des Fertigungsprogrammes, in: Dynamische Betriebsplanung zur Anpassung an wirtschaftliche Wechsellagen, Wiesbaden 1959, S. 66 ff.

sitäten nicht steigende Ausschußquoten nach sich ziehen.

Stellen wir den leistungsunabhängigen Verbrauch graphisch im Koordinatensystem dar, wobei auf der Abszisse die Leistung d und auf der Ordinate der Faktorverbrauch je Produktionseinheit u abgetragen wird, dann ergibt sich eine Verbrauchsfunktion, die parallel zur Abszisse verläuft. Das Lot von der Verbrauchsfunktion auf die Abszisse gibt jeweils den Faktorverbrauch je Einheit an und da sich der Faktorverbrauch je Einheit nicht ändert, muß die Verbrauchsfunktion bei jeder realisierbaren Leistung den gleichen Abstand von der Abszisse haben.

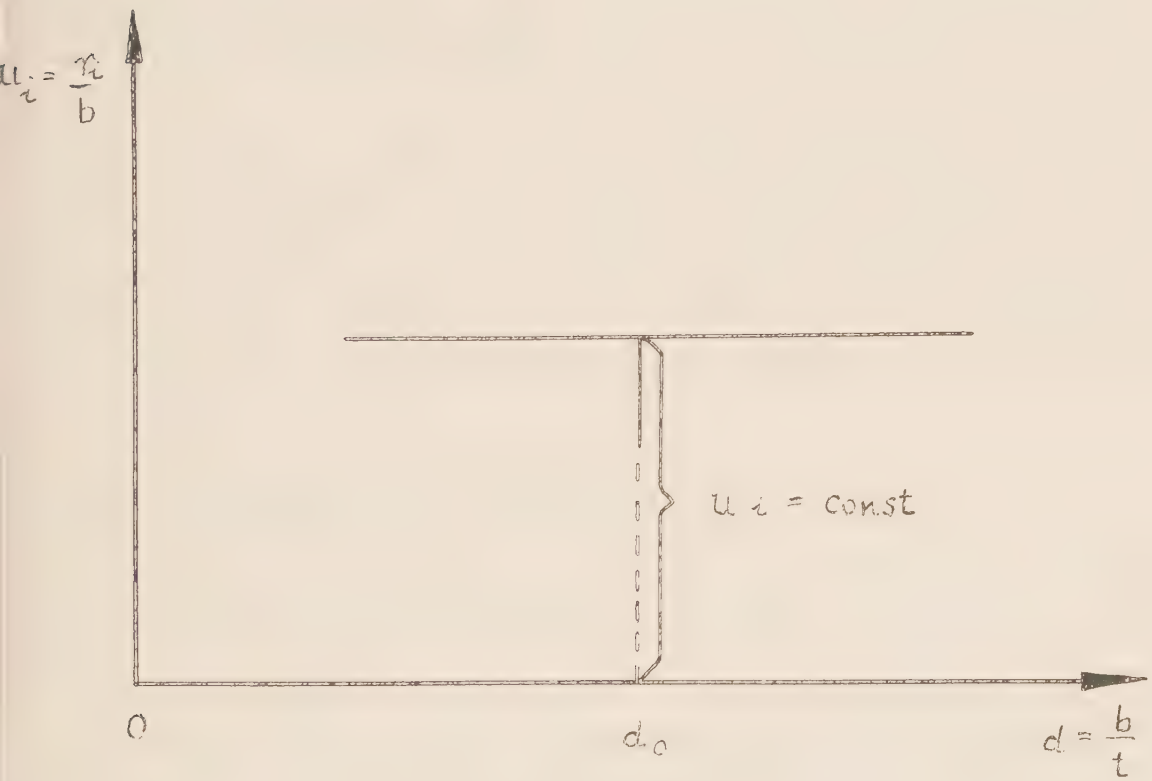


Abb. 14

GUTENBERG klammert die Faktoreinsatzmengen, die unmittelbar von der Ausbringung des Betriebes abhängen, z. B. Werkstoffe, mit Hilfe besonderer Funktionen aus. Er bezeichnet solche Faktoreinsatzmengen mit s. [1]

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 224

$$s = \psi \quad (x)$$

Diese Ausklammerung ist durchaus möglich, GUTENBERG führt die Trennung jedoch nicht konsequent durch, da er wenig weiter bei der Aufzählung der möglichen Verbrauchsfunktionen den proportionalen Faktorverbrauch auch mit anführt: "Es besteht auch die Möglichkeit, daß die Verbrauchsmengen direkt proportional sind, wie das in der Gleichung r = Ad zum Ausdruck kommt." [1]

KILGER schlägt hingegen vor, den leistungsunabhängigen Faktorverbrauch auch in das System der Verbrauchsfunktionen einzubeziehen, da "die Verbrauchsmengen über die Ausschußquoten von den Leistungsgraden der verarbeitenden Produktionsstätten abhängig sein können". [2]

Was jedoch u. E. sehr stark für die Einbeziehung der leistungsunabhängigen Faktoreinsatzmengen in das System der Verbrauchsfunktionen spricht, ist, daß man dadurch den gesamten variablen Faktorverbrauch mit Hilfe der Verbrauchsfunktionen darstellen kann, während eine Ausklammerung die Übersichtlichkeit und vor allen Dingen die Geschlossenheit des Systems empfindlich stört.

3. Der leistungsabhängige Faktorverbrauch

Leistungsabhängiger Faktorverbrauch bedeutet, daß der Verbrauch eines Produktionsfaktors je Ausbringungseinheit mit wechselnden Intensitäten Veränderungen unterworfen ist. Hierzu zählt vor allem der Komplex der unter dem Begriff Maschinenarbeit zusammengefaßten Produktionsfaktoren, wie Benzin, Öl, Elektrizität, Dampf, Schmiermittel, Kühlmittel, Werkzeugabnutzung, variable Betriebsmittelabnutzung, Arbeit im Zeitlohn und auch das Fertigungsmaterial, wenn Intensitätsschwankungen Veränderungen der Ausschußquote mit sich bringen. Als typisches Beispiel einer leistungsunabhängigen Verbrauchsfunktion bietet sich die Verbrauchsfunktion des Produktionsfaktors Kraftstoff bei Verbrennungskraftmaschinen an. [3] Tragen

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 225

2) Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, in "Die Wirtschaftswissenschaften", Wiesbaden 1958, S. 60

3) Vgl. hierzu Gutenberg, E., a. a. O., S. 217 und Kilger, W., a. a. O., S. 56

wir in einem Koordinatenkreuz auf der Abszisse die Maßgröße der Leistung, das ist in diesem besonderen Fall PS-Stunden oder auch Umdrehungen des Motors/Min. ab und auf der Ordinate den Verbrauch an Kraftstoff in Gramm je PS-Stunde oder je 10^3 Umdrehungen ab, dann erhalten wir als Verbrauchsfunktion eine Kurve, die ausgehend von dem bei Minimalleistung erforderlichen Faktorverbrauch mit steigender Leistung fällt, bei der Optimalleistung ihr Minimum erreicht und bei über das Optimum hinaus ausgedehnter Leistung wieder ansteigt. "Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß mit sich ändernden Drehzahlen die technischen Bedingungen der Brennstoffausbeute variieren. Hohe Drehzahlen verursachen ebenso wie hohe Verdichtungsverhältnisse hohe Temperaturen und Drucke im Zylinder. Verändert man deshalb die Drehzahlen, so verändert man damit die Umwandlung und damit die Energieausbeute im Zylinder." [1]

Für den Energieverbrauch fast aller Kraftmaschinen ergeben sich ähnliche Verbrauchsfunktionen, gleichgültig ob es sich um Aggregate handelt, bei denen Verbrennungskraftstoff, Dampf oder Elektrizität Energieträger sind. "In ähnlicher Weise wird auch der Schmiermittelbedarf von den Vorgängen im Zylinder des Motors beeinflußt" [2] und auch der gebrauchsbedingte Verschleiß der Aggregate.

Im Idealfall stellen diese Verbrauchsfunktionen im ersten Quadranten seitlich nach oben verschobene Parabeln zweiten Grades dar. Dies braucht aber nicht der Fall zu sein, selbst wenn diese Verbrauchsfunktionen ein parabelähnliches Aussehen haben.

Wiederum andere Produktionsfaktoren fallen nicht proportional zur Kalenderzeit an wie die fixen Faktorarten, sondern stehen in einer proportionalen Beziehung zur Fertigungszeit, das bedeutet, daß der Faktorverbrauch pro Arbeitszeiteinheit zwar konstant ist, daß aber, je nachdem mit welcher Intensität während dieser Zeit gearbeitet wird, der Faktorverbrauch je Produktionseinheit unterschiedlich ist. Mit zunehmender Leistung nimmt der durchschnittliche Faktorverbrauch ab. Es besteht also eine umgekehrt proportionale Beziehung zwischen Leistung und durchschnittlichem Faktorverbrauch.

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 218

2) Derselbe, a. a. O., S. 218

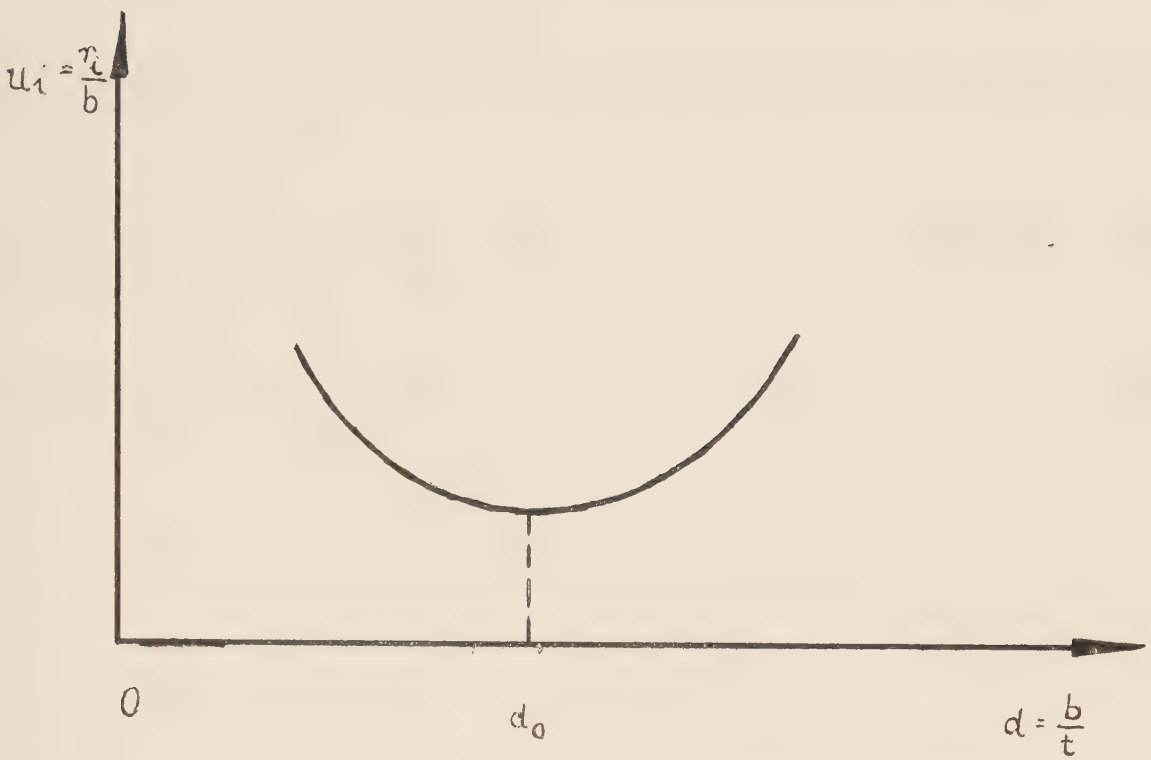


Abb. 15

Typisches Beispiel für leistungsabhängigen aber je Arbeitsstunde konstanten Faktorverbrauch ist die im Zeitlohn durchgeführte Arbeit. Weitere Faktorarten, die in proportionaler Beziehung zur Fertigungszeit stehen, sind Beleuchtung und Beheizung bzw. Frischluftversorgung der Arbeitsplätze.

Graphisch dargestellt zeigt die zugehörige Verbrauchsfunktion das Funktionsbild einer Hyperbel, die bei der Minimalintensität vom Ordinatenwert $\frac{r_i}{b_{min}}$ ihren Ausgang nimmt und sich mit zunehmender Leistung asymptotisch der Abzisse nähert, denn $u_i = \frac{r_i}{b}$ und um so größere Werte b annimmt, um so kleiner wird u_i.

$$b \to \infty = u_i \longrightarrow 0$$

Die Darstellung von vorzugsweise linearen, parabolischen und hyperbolischen Verbrauchsfunktionen besagt nun nicht, daß die Verbrauchsfunktionen nicht auch in vielfachen anderen Formen auftreten können.

Der Faktorverbrauch kann mit steigender Intensität progressiv zunehmen (s. Abb. 17).

Der Faktorverbrauch kann mit steigender Intensität zunehmen und nach Erreichen eines Maximums wieder abnehmen (s. Abb. 18).

Schließlich sind Mischformen zwischen den bisher beschriebenen Arten der Verbrauchsfunktionen möglich.

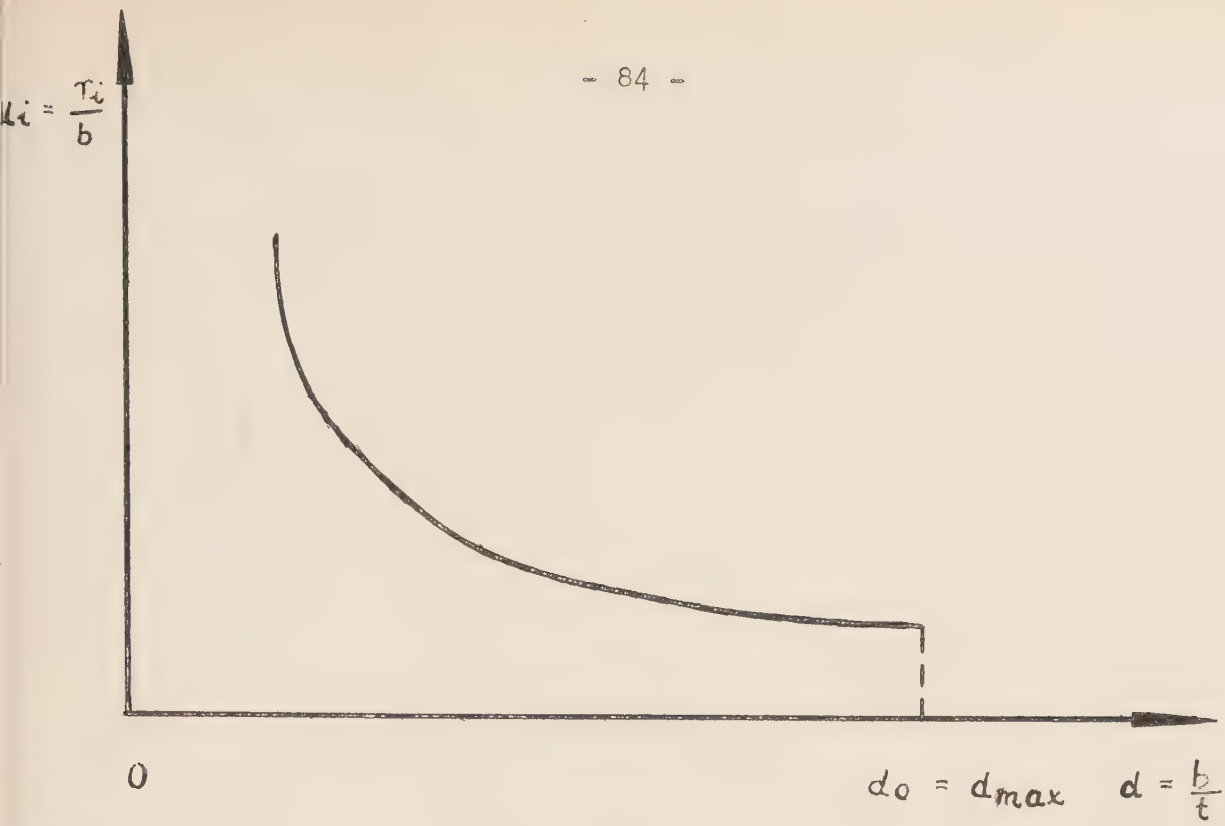


Abb. 16

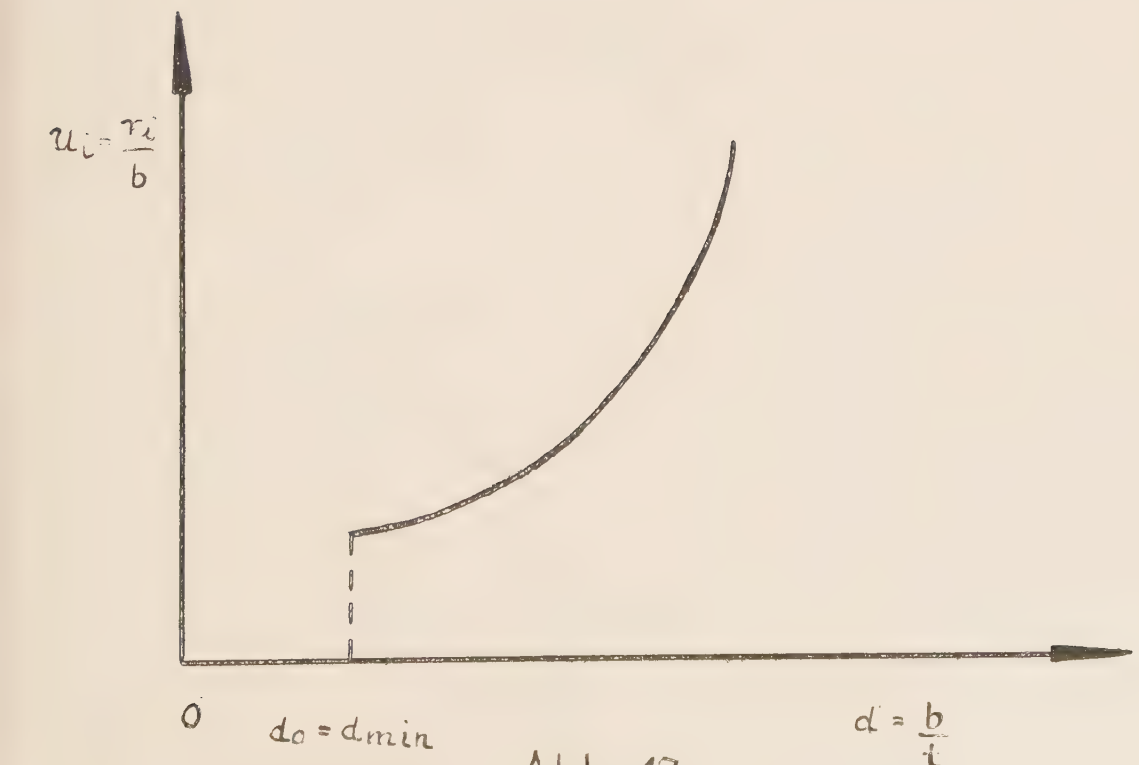


Abb. 17

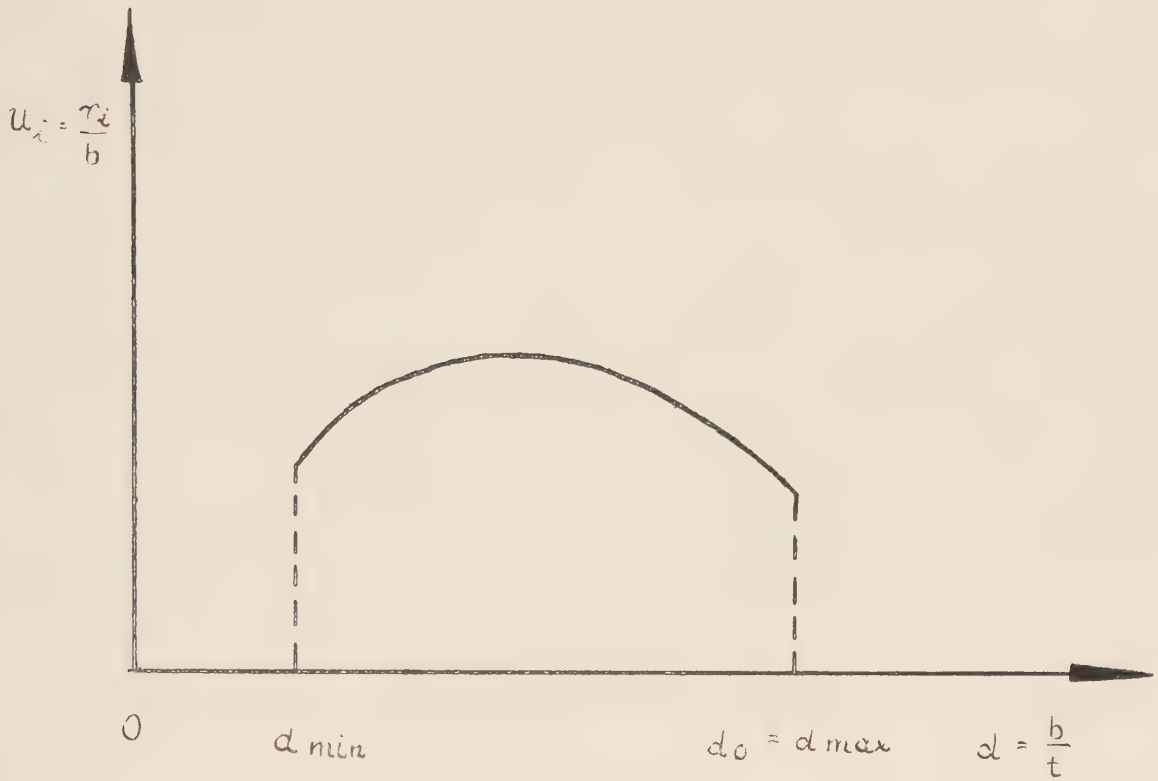


Abb 18

3. Ermittlung des Leistungsoptimums eines Aggregates

Liegen die Verbrauchsfunktionen fest, dann ergibt sich zwangsläufig die Frage nach dem optimalen Leistungsgrad eines Betriebsmittels.[1] Wie wir dargestellt haben, gibt eine Verbrauchsfunktion stets nur die funktionale Beziehung zwischen Leistung und Faktorverbrauch für e i n e n Produktionsfaktor an. Jeder Produktionsfaktor verfügt also über eine eigene charakteristische Beziehung zur Leistung und die Leistungsoptima der einzelnen Produktionsfaktoren stellen sich im allgemeinen bei unterschiedlichen Leistungsgraden ein. Soll an einem Aggregat mit optimaler Leistung gearbeitet werden, dann genügt es nicht, das Leistungsoptimum einer beliebigen Verbrauchsfunktion herauszugreifen, sondern es müssen bei dieser Betrachtung alle Verbrauchsfunktionen mit berücksichtigt werden. Die bei der Erstellung einer Produktionseinheit an einem Aggregat anfallenden Faktoreinsatzmengen sämtlicher in das Produkt eingehender Produktionsfaktoren variieren mit der Leistung. Sie können quantitativ erfaßt werden:

$$\sum_{1}^{n} i\, u_i\,(d) = u_1\,(d)\ (+)\ u_2\,(d)\ (+)\ u_3\,(d)\ (+)\ \ldots\ (+)\ u_n\,(d)$$

Die unterschiedlichen Produktionsfaktoren stellen jedoch heterogene Größen verschiedener Dimensionen dar, z. B. kg (+) l (+) kwh (+) Fertigungsminuten,[2] die in dieser Aufstellung keinerlei Aussagekraft über das Leistungsoptimum besitzen.

Eine homogene Bezugsgröße für die Ermittlung des Leistungsoptimums stellen die Kosten ausgedrückt in Geldeinheiten dar. Indem die Faktoreinsatzmengen mit ihren zugehörigen Faktorpreisen multipliziert und die Ergebnisse addiert werden, bieten sich als Maßstab für das Leistungsoptimum eines Aggregates seine Kosten an.

$$\sum_{1}^{n} i\, u_i\,(d)\, q_i = u_1\,(d)\, q_1 + u_2\,(d)\, q_2 + u_3\,(d)\, q_3 + \ldots + u_n\,(d)\, q_n$$

---

1) Vgl. Kilger, W., a. a. O., S. 61 ff.

2) (+) bedeutet, daß keine wirkliche Addition möglich ist.

Die Summe der für die Bearbeitung einer Produktionseinheit in der Kostenstelle j (j = 1, 2, 3, ..., m) benötigten bewerteten Faktoreinsatzmengen $\sum_1^n i\ u_i\ (d)$. q_1 ist gleich den variablen Stückkosten k_{vj} in dieser Kostenstelle. Das Leistungsoptimum eines Aggregates ist dann erreicht, wenn die variablen Stückkosten k_{vj} ein Minimum betragen:

$$k_{vj} = u_1\,(d)\ q_1 \ + \ u_2\,(d)\ q_2 \ + \ u_3\,(d)\ q_3 \ +$$
$$\ldots \quad + \ u_n\,(d)\ q_n \longrightarrow \text{Min.}$$

Mathematisch erreicht diese Funktion ihr Minimum, indem sie nach der Leistung differenziert und die erste Ableitung gleich 0 gesetzt wird. (das erste d bezeichnet den Differentialquotienten, das zweite d die Leistung.)

$$\frac{dk_{vj}}{dd} = \frac{\partial u_1(d)q_1}{\partial d} + \frac{\partial u_2(d)q_2}{\partial d} + \frac{\partial u_3(d)q_3}{\partial d} +$$
$$\ldots + \frac{\partial u_n(d)q_n}{\partial d} = 0.$$

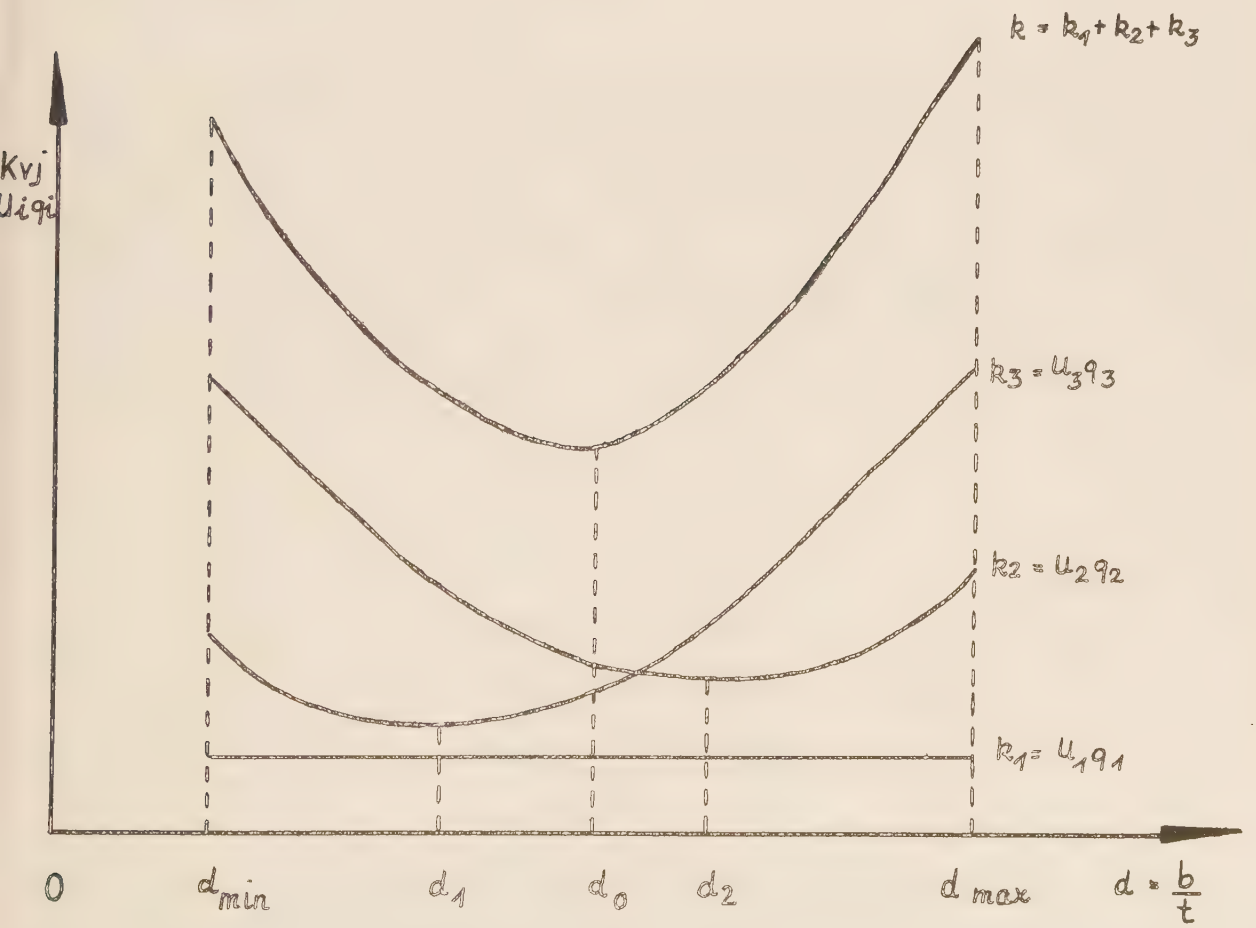
Das Leistungsoptimum eines Aggregates wird also dann erreicht, wenn die Summe der mit den zugehörigen Faktorpreisen bewerteten Faktoreinsatzmengen je Erzeugniseinheit ihr Minimum erreicht, dies ist aber dann der Fall, wenn die Summe der bewerteten Differentialquotienten der Verbrauchsfunktionen gleich 0 ist.

Für die graphische Bestimmung des Leistungsoptimums werden die Verbrauchsfunktionen ebenfalls mit den zugehörigen Faktorpreisen bewertet und in ein k_{vj}/d-Koordinatensystem eingezeichnet. Durch Vertikaladdition der bewerteten Verbrauchsfunktionen erhält man die variable Stückkostenkurve des Betriebsmittels in funktionaler Abhängigkeit von der Leistung. Das Leistungsoptimum befindet sich dort, wo die Stückkostenkurve ihr Minimum hat, d. h. den geringsten Abstand von der Abszisse aufweist.

In Abb. 19 wurden 3 bewertete Verbrauchsfunktionen eingezeichnet. Leistungsunabhängig, d. h. proportional zur Leistung verhält sich hierbei k_1 und übt daher keinen Einfluß auf das Leistungsoptimum aus, k_2 und k_3 werden durch die Leistung beeinflußt, ihre Leistungsoptima liegen bei verschiedenen Inten-

sitäten, für k_3 bei d_1 und für k_2 bei d_2. Es leuchtet daher ein, daß sich das Leistungsoptimum des Betriebsmittels zwischen d_1 und d_2 einstellen wird. Ob d_o näher an d_1 oder d_2 heranrückt, hängt von der unterschiedlichen Steigung der beiden bewerteten Verbrauchsfunktionen ab. Beim Leistungsoptimum d_o sind die variablen Stückkosten am niedrigsten.

Abb. 19



4. Die auf die Laufzeit umgerechneten Verbrauchsfunktionen

Die bisher dargestellten Verbrauchsfunktionen gaben den Faktorverbrauch je Produktions- oder Arbeitseinheit an, und zwar nur in Abhängigkeit von der technischen Leistung des Aggregates, wobei die je Bezugsgrößeneinheit benötigte Laufzeit ohne Einfluß auf den Faktorverbrauch blieb.

Für die Produktionsplanung und hier insbesondere die Bereitstellungsplanung ist es jedoch von besonderer Bedeutung, nicht nur den Faktorverbrauch je Produktionseinheit, sondern vor allem den Faktorverbrauch je Laufzeiteinheit zu kennen, damit die benötigten Faktoren in genügenden Mengen an die Aggregate herangebracht werden, so daß keine unnützen Leerzeiten auftreten. Auch eine Bereitstellung von zuviel Produktionsfaktoren kann hemmend auf den Produktionsprozeß einwirken.

Nimmt die Intensität des Aggregates zu, dann steigt zwangsläufig (mit Ausnahme des zur Laufzeit proportionalen Faktorverbrauchs) der auf die Laufzeit umgerechnete Einsatz an variablen Produktionsfaktoren. Als Bezugsgröße für die Laufzeit empfiehlt sich in Anlehnung an die Handhabung der Praxis die Laufstunde (h). Sie kann ohne Schwierigkeiten auf größere und kleinere Zeiträume umgerechnet werden, nämlich: ($\frac{r_i}{h}$ = Verbrauch des Produktionsfaktors R_i je Laufstunde)

$$\text{Schicht} = 8 \times \frac{r_i}{h}$$

$$\text{Tag} = 3 \times 8 \times \frac{r_i}{h}$$

$$\text{Woche} = 6 \times 3 \times 8 \times \frac{r_i}{h}$$

$$\text{Monat} = 24 \times 3 \times 8 \times \frac{r_i}{h}$$

$$\text{Minute} = \frac{r_i}{h \times 60}$$

Die auf die Laufstunde umgerechneten Verbrauchsfunktionen geben also den Verbrauch eines Produktionsfaktors für eine Laufstunde in Abhängigkeit von der technischen Leistung eines Aggregates an.

Mathematisch erhalten wir den Faktorverbrauch je Laufstunde, indem wir den bei einer bestimmten Leistung je Produktionseinheit anfallenden Faktorver-

brauch mit der zugehörigen Leistung multiplizieren.

$$u_i = \frac{r_i}{b}$$

$$r_i = u_i \cdot b$$

$$\frac{r_i}{t} = \frac{u_i \cdot b}{t} \qquad \frac{b}{t} = d$$

$$\frac{r_i}{t} = u_i \cdot d \qquad u_i = f_i\,(d)$$

$$\frac{r_i}{t} = f_i\,(d) \cdot d$$

Geometrisch ergibt sich das Funktionsbild einer auf die Laufstunde umgerechneten Verbrauchsfunktion, indem die Ordinatenwerte einer Verbrauchsfunkton mit ihren Abszissenwerten multipliziert und die Ergebnisse in ein Koordinatensystem eingezeichnet werden, auf dessen Ordinate der Faktorverbrauch je Laufstunde und auf dessen Abszisse die Leistung abgetragen sind.

Beim leistungsunabhängigen variablen Faktorverbrauch stellt der Faktorverbrauch je Produktionseinheit eine Konstante dar (Abb. 14). Die auf die Laufstunde umgerechnete Verbrauchsfunktion steigt daher linear an, ihre rückwärtige Verlängerung geht durch den Koordinatenursprung und ihr Steigungsmaß ist gleich dem Faktorverbrauch für eine Produktionseinheit.

Stellt beim leistungsabhängigen Faktorverbrauch die Verbrauchsfunktion eine verschobene Parabel zweiten Grades dar (Abb. 15), dann erhält man als auf die Laufstunde umgerechnete Verbrauchsfunktion ein Polynom dritten Grades.

Das Steigungsmaß der auf die Laufstunde umgerechneten Verbrauchsfunktion ist in jedem Punkte gleich dem Faktorverbrauch je Produktionseinheit bei der zugehörigen Leistung. Die Optimalleistung d_o ist dann erreicht, wenn der durchschnittliche Faktorverbrauch ein Minimum wird. Er ergibt sich als Quotient aus zugehörigen Ordinaten- und Abszissenwerten.

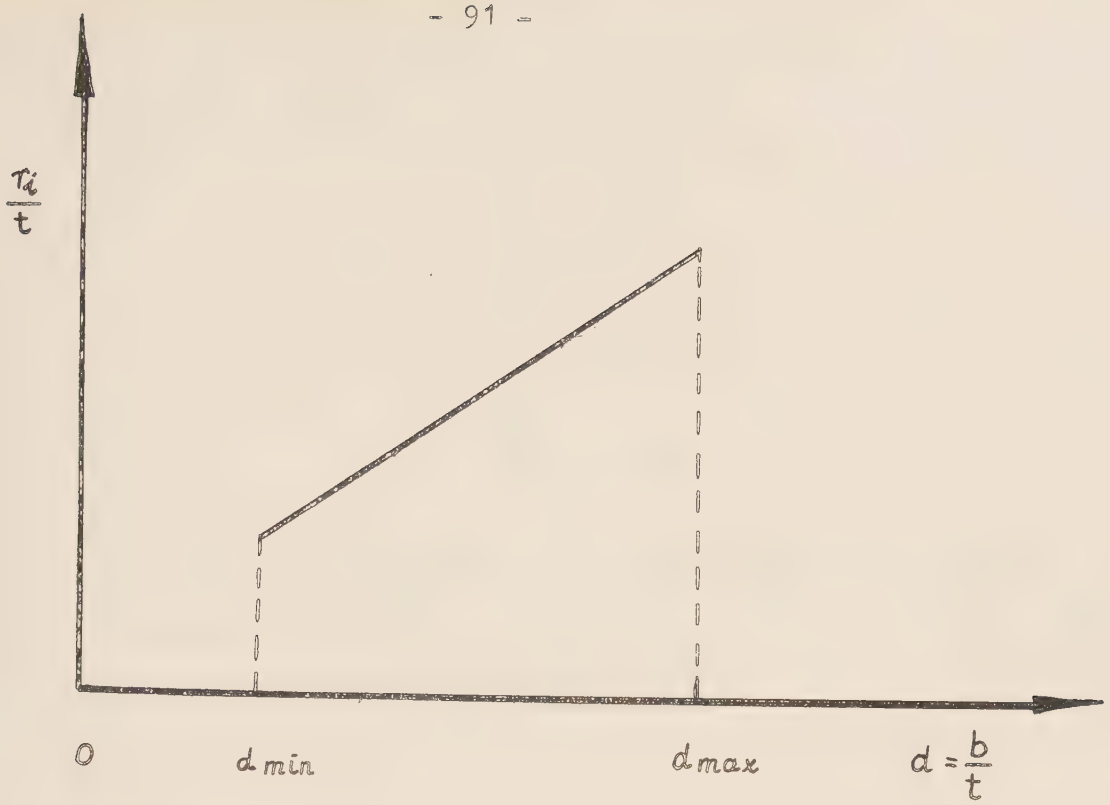


Abb. 20

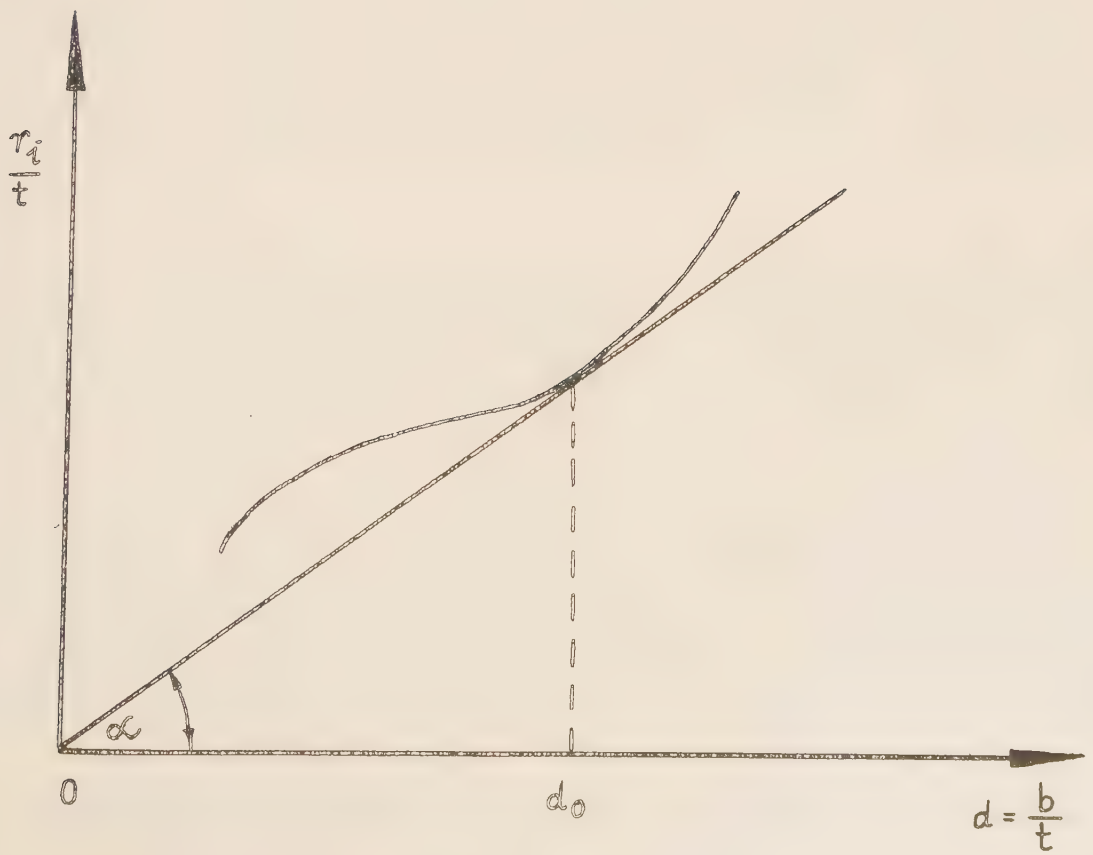


Abb. 21

$$u_i = \frac{r_i}{t} : d$$

$$u_i = \frac{r_i}{t} : \frac{b}{t}$$

$$u_i = \frac{r_i}{t} \cdot \frac{t}{b}$$

$$u_i = \frac{r_i}{b} \longrightarrow \min.$$

Dieser Quotient ist gleich dem Tangens des Winkels, der gebildet wird durch einen vom Koordinatenursprung an die auf die Laufstunde umgerechnete Verbrauchsfunktion gelegten Fahrstrahl und der positiven Richtung der Abszisse. Der Tangens dieses Winkels und damit der durchschnittliche Faktorverbrauch erreicht sein Minimum, wenn der Fahrstrahl zur Tangente an die Verbrauchsfunktion wird (d_o in Abb. 21).

Bei leistungsabhängigem, aber pro Laufstunde konstantem Faktorverbrauch (vgl. Abb. 16) ergibt die auf die Laufstunde umgerechnete Verbrauchsfunktion eine Konstante, die parallel zur Abszisse verläuft. Das Leistungsoptimum, d. h. der minimale durchschnittliche Faktorverbrauch wird dort erreicht, wo der Tangens des Winkels, der gebildet wird durch einen durch den Koordinatenursprung an die auf die Laufstunde umgerechnete Verbrauchsfunktion gelegten Fahrstrahl und der positiven Richtung der x-Achse, ein Minimum erreicht; dies ist bei der Maximalintensität der Fall. (Vgl. Abb.22; $tg\ \beta \longrightarrow \min.$)

Die den Abb. 17 und 18 entsprechenden auf die Laufstunde umgerechneten und alle übrigen Verbrauchsfunktionen lassen sich dadurch ermitteln, indem die Ordinatenwerte der Verbrauchsfunktionen mit ihren Abszissenwerten multipliziert und die Ergebnisse in ein $\frac{r_i}{t}$ /d-Achsenkreuz eingezeichnet werden.

Die große Bedeutung der auf die Laufzeit umgerechneten Verbrauchsfunktion für die Bereitstellungsplanung liegt darin begründet, daß es nicht nur genügt, den Faktorverbrauch eindeutig zu erfassen, sondern daß man auch feststellen muß, zu welchen Zeitpunkten der Einsatz dieser Produktionsfaktoren erforderlich ist.

In analoger Weise zu dem schon für die Verbrauchsfunktionen beschriebenen

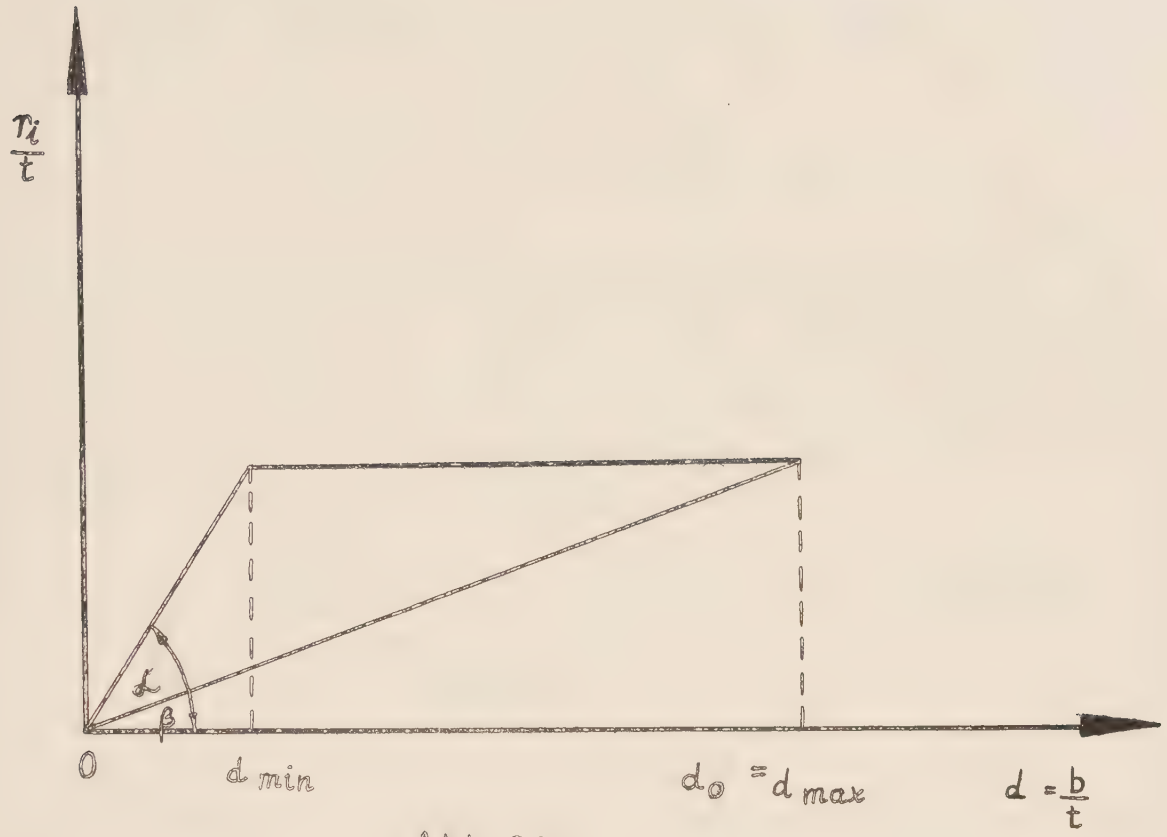


Abb. 22

Verfahren läßt sich das Leistungsoptimum eines Betriebsmittels mit Hilfe der auf die Laufstunde umgerechneten Verbrauchsfunktionen ermitteln. Der gesamte Faktorverbrauch je Laufstunde ergibt sich als Summe der verschiedenen Faktoreinsatzmengen:

$$\sum_{1}^{n} \frac{r_i(d)}{h} = \frac{r_1(d)}{h} (+) \frac{r_2(d)}{h} (+) \frac{r_3(d)}{h} (+) \ldots (+) \frac{r_n(d)}{h};$$

Bewertet man den Faktorverbrauch mit den zugehörigen Preisen, dann erhält man die gesamten variablen Kosten je Laufstunde in Abhängigkeit von der Leistung an einem Betriebsmittel j (j = 1, 2, 3, ..., m):

$$\frac{K_{vj}}{h} = \sum_{1}^{n} i \frac{r_i(d)}{h} q_i = \frac{r_1(d)}{h} q_1 + \frac{r_2(d)}{h} q_2 + \frac{r_3(d)}{h} q_3 + \circ \circ \circ + \frac{r_n(d)}{h} q_n ;$$

Als mathematische Bedingung für das Leistungsoptimum stellt sich die Forderung, daß, nachdem die Gleichung nach der Leistung differenziert wurde, die Summe der mit den zugehörigen Faktorpreisen bewerteten Differentialquotienten der auf die Laufstunde umgerechneten Verbrauchsfunktionen ein Minimum erreicht. (Das erste d bezeichnet wiederum den Differentialquotienten, das zweite d die Leistung):

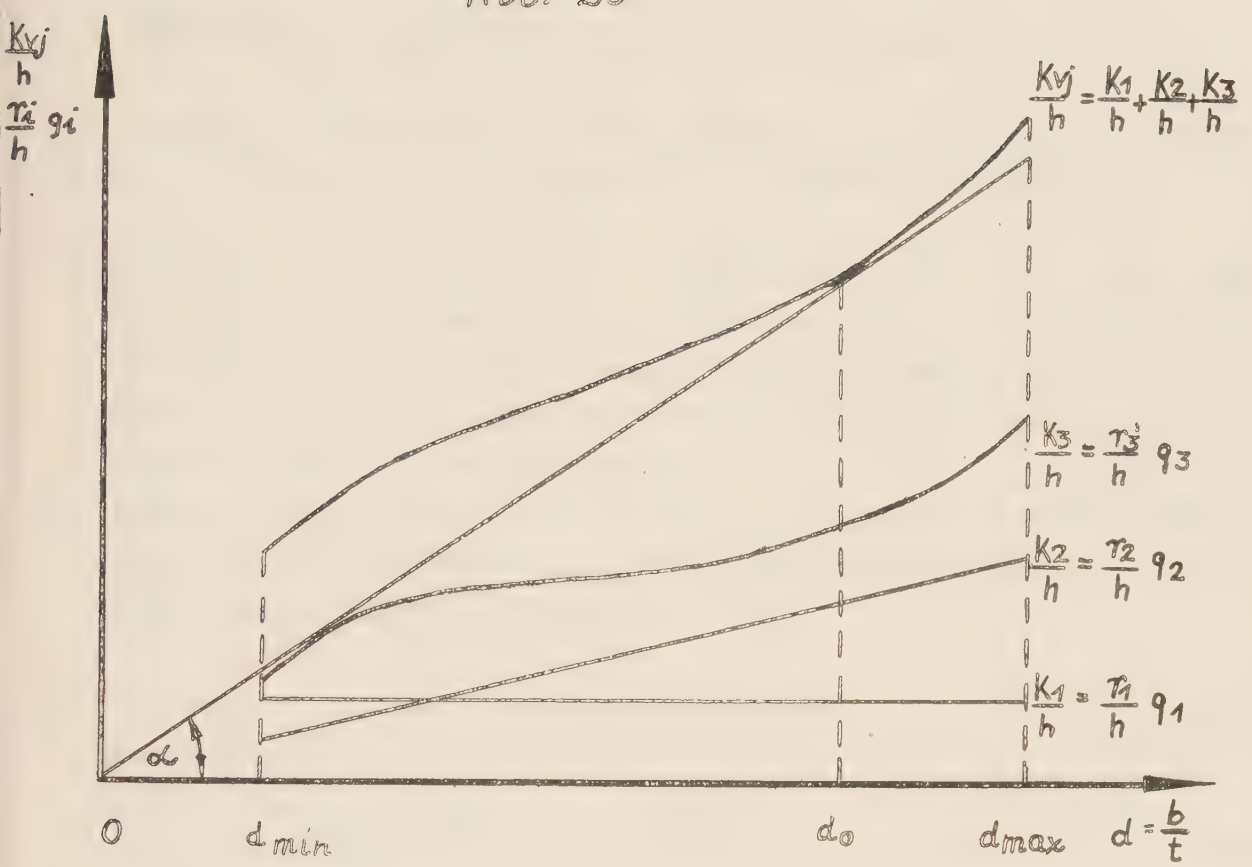
$$\frac{d \frac{K_{vj}}{h}}{dd} = \frac{\partial \frac{r_1(d)}{h} q_1}{\partial d} + \frac{\partial \frac{r_2(d)}{h} q_2}{\partial d} + \frac{\partial \frac{r_3(d)}{h} q_3}{\partial d} + \circ \circ \circ + \frac{\partial \frac{r_n(d)}{h} q_n}{\partial d} = 0 ;$$

Geometrisch erhält man die optimale Leistung, indem man die mit ihren zugehörigen Faktorpreisen bewerteten, auf die Laufstunde umgerechneten Verbrauchsfunktionen in ein $\frac{K_{vj}}{h}$/d-Achsenkreuz einzeichnet und sie vertikal addiert. Dort wo ein durch den Koordinatenursprung gezeichneter Fahrstrahl zur Tangente an die laufzeitbezogene Gesamtkostenkurve wird, liegt das Leistungsoptimum, da der Winkel und damit die Steigung des Fahrstrahls minimale Werte annehmen (vgl. Abb. 23).

In Abb. 23 stellen $\frac{K_2}{h}$ eine leistungsunabhängige -, $\frac{K_1}{h}$ (je Laufstunde konstant) und $\frac{K_3}{h}$ leistungsabhängige bewertete Verbrauchsfunktionen dar. $\frac{K_3}{h}$ übt keinen Einfluß auf das Leistungsoptimum aus, da sie lediglich eine zur Leistung proportionale multiplikative Konstante ist.

Jede Unternehmung, die nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit ausgerichtet ist, wird versuchen, für ihre Aggregate und Betriebsstätten die optimalen Leistungsgrade zu ermitteln und nach Möglichkeit die Leistung, die den geringsten Faktorverbrauch, also die geringsten Kosten je Produktionseinheit verursacht, beizubehalten. Ob dieses Ziel immer erreicht werden kann, z.B. bei Engpaßaggregaten und Einarbeitungsprozessen, ist hier eine Frage, die erst in zweiter Linie interessiert.

Abb. 23



Was hier herausgestrichen werden soll, ist die Feststellung, daß die Theorie der Verbrauchsfunktionen eindeutig ermöglicht, den auf eine Produktionseinheit bei einer gegebenen Leistung entfallenden Faktorverbrauch und damit die variablen Kosten zu bestimmen, gleichgültig ob ein Aggregat in seinem Leistungsoptimum oder mit einer davon abweichenden Leistung genutzt wird.

5. Die Faktoreinsatzfunktionen

1. Die Anpassungsprozesse als Grundlage der Faktoreinsatzfunktionen

Um während des Zeitraums t an einem Aggregat eine bestimmte Ausbringung b zu realisieren, gibt es grundsätzlich folgende Möglichkeiten:

1. Die gesamte Kalenderzeit wird unabhängig von der Ausbringung b gleich der Fertigungszeit gesetzt; d. h. es erfolgt keine zeitliche Anpassung an schwankende Ausbringungsmengen. Können insgesamt während des Zeitraums t bei Optimalintensität 10.000 Stück bearbeitet werden und werden effektiv nur 6.000 Stück benötigt, dann wird mit einer geringeren Intensität gearbeitet, die nur 60 % der Optimalintensität entspricht. Diese Form der Anpassung an Beschäftigungsschwankungen nennt GUTENBERG intensitätsmäßige Anpassung. [1)]

2. Bei Beschäftigungsschwankungen wird die optimale Intensität beibehalten, die Produktion je Zeiteinheit ist also konstant. Die Anpassung an Beschäftigungsänderungen erfolgt zeitlich, indem die Fertigungszeit von der zur Verfügung stehenden Kalenderzeit nach unten abweicht. Können z. B. während des Zeitraums t bei optimaler Intensität 10.000 Stück bearbeitet, soll aber effektiv nur eine Produktion von 6.000 Stück erstellt werden, dann wird nur während 60 % der zur Verfügung stehenden Kalenderzeit t gearbeitet, jedoch jeweils mit konstanter Optimalintensität. Diese Form der Anpassung an Beschäftigungsänderungen bezeichnet GUTENBERG als zeitliche Anpassung. [2)]

3. Neben den beiden angeführten reinen Anpassungsformen, bei denen entweder der Zeitgrad konstant (intensitätsmäßige Anpassung) oder der Intensitätsgrad konstant gehalten wird (zeitliche Anpassung), sind Mischformen denkbar, das bedeutet, daß eine Unternehmung sich während der Kalenderzeit t sowohl zeitlich als auch intensitätsmäßig anpassen kann. Sollen z. B. bei einer Kapazität von 10.000 Stück nur 6.000 Stück erstellt werden, ist es möglich, daß 3.000 Stück mit optimaler Intensität bearbeitet werden,

1) Vgl. Gutenberg, E., a. a. O., S. 242 ff.
2) Vgl. Gutenberg, E., a. a. O., S. 260 ff.

während für die restlichen 3.000 Stück eine intensitätsmäßige Anpassung dahingehend erfolgt, daß sie mit einer von der Optimalintensität um 40 % abweichenden Intensität produziert werden. Möglich ist auch eine Abfolge von zeitlichen und intensitätsmäßigen Anpassungsprozessen.

Der Gedanke, die Beschäftigung sowohl in Abhängigkeit von der Leistung = Intensität als auch der Fertigungszeit zu zeigen, ist nicht neu, sondern altes betriebswirtschaftliches Gedankengut. Er ist nämlich im Grunde nichts anderes, als was E. SCHNEIDER bereits mit Hilfe von Bezugsgrößenisoquanten und K. RUMMEL durch die Ausflösung der Beschäftigung in Zeitgrad und Lastgrad versucht haben.

SCHNEIDER zeigt am Beispiel einer Monatsproduktion, [1] für die er in einem Leistung/Zeit-Koordinatensystem Isoquanten, also Kurven gleicher Ausbringung aufstellt, daß sich die Beschäftigung in eine Zeit- und eine Mengenkomponente zerlegen läßt:

$$x_{max} = d_{max} \cdot *_{max}$$

Zu dem gleichen Ergebnis gelangt RUMMEL. [2] Er zeigt die Beschäftigung als Produkt aus Lastgrad und Zeitgrad. Unsere Untersuchungen über die Faktoreinsatzfunktionen sollen die beiden Komponenten Leistung und Zeit berücksichtigen, und zwar soll zuerst der Zeitgrad konstant gesetzt und die Abhängigkeit des Faktorverbrauchs von der Leistung ermittelt werden. Anschließend bleibt der Lastgrad konstant, während der Zeitgrad variiert wird, und schließlich sollen beide Beschäftigungskomponenten beweglich sein.

Die Beziehungen zwischen dem Faktorverbrauch eines Produktionsfaktors für eine Produktionseinheit und dem gesamten Verbrauch eines Produktionsfaktors in einer Unternehmung bzw. Kostenstelle, hat erstmals KILGER dargestellt, [3] indem er die Faktoreinsatzfunktion entwickelte und damit eine Lücke ausfüllte, die noch in der GUTENBERGschen Produktions- und Kostentheorie ent-

---

1) Schneider, E., Einführung in die Grundlagen des industriellen Rechnungswesens, Kopenhagen 1939, S. 115

2) Rummel, K., Einheitliche Kostenrechnung auf der Grundlage einer vorausgesetzten Proportionalität der Kosten zu betrieblichen Größen, Düsseldorf 1949, S. 71.

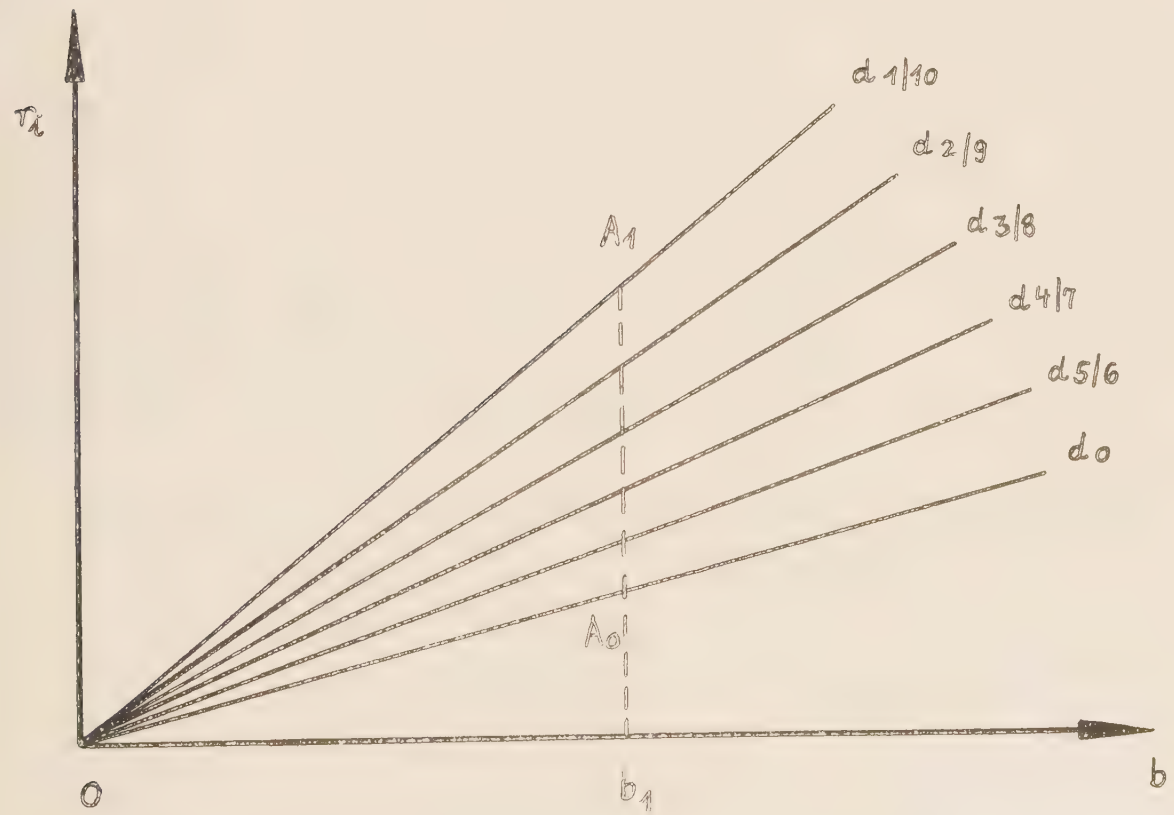
3) Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, Wiesbaden 1958, S. 63 ff.

halten ist und ihr Verständnis zumindest erschwert. KILGER zeigt, daß die Faktoreinsatzfunktion unter der Voraussetzung konstanter Intensität eine im Koordinatenursprung beginnende, linear ansteigende Kurve darstellt, da die Steigung dieser Kurve gleich dem Faktorverbrauch für eine Einheit ist und dieser sich bei konstanter Leistung nicht ändert.

$$r_i = u_i \, b = f_i \, (d) \, b$$

Da der Faktorverbrauch für eine Produktionseinheit bei variierender Intensität unterschiedlich ist, müssen die Faktoreinsatzfunktionen voneinander abweichender Leistungsgrade verschieden stark ansteigen. Je geringer der Faktorverbrauch für eine Einheit ist, eine um so geringere Steigung nimmt die Faktoreinsatzfunktion an. In Abb. 24 sind die Faktoreinsatzfunktionen für 11 verschiedene Leistungsgrade eingezeichnet. [1)]

Abb. 24



1) Abb. 24 ist identisch mit Abb. 18 bei Kilger, W., a. a. O., S. 64 und wurde unverändert übernommen, um das Verständnis der erstmals von KILGER beschriebenen Faktoreinsatzfunktion zu erleichtern.

"Die mit d_o gekennzeichnete Linie entspricht dem Leistungsoptimum der zugehörigen Verbrauchsfunktion. Die Leistungsgrade d_1 bis d_5 liegen unterhalb und die Leistungsgrade d_6 bis d_{10} liegen oberhalb des Optimums. Für sie entstehen paarweise gleiche Werte von u_i, so daß die Faktoreinsatzkurven zusammenfallen. Wie in der Abb. 18 (Abb. 24 in unserer Arbeit, d. V.) die Linie A_oA_1 erkennen läßt, liegt der für die Erzeugung von b_1 Arbeitseinheiten erforderliche Faktorverbrauch um so höher, je mehr die effektive Leistung des betreffenden Aggregates von der Optimalleistung abweicht und umgekehrt." [1]

Zur Veranschaulichung zeigt Abb. 25 eine Verbrauchsfunktion, die einem solchen Bündel von Faktoreinsatzfunktionen entspricht:

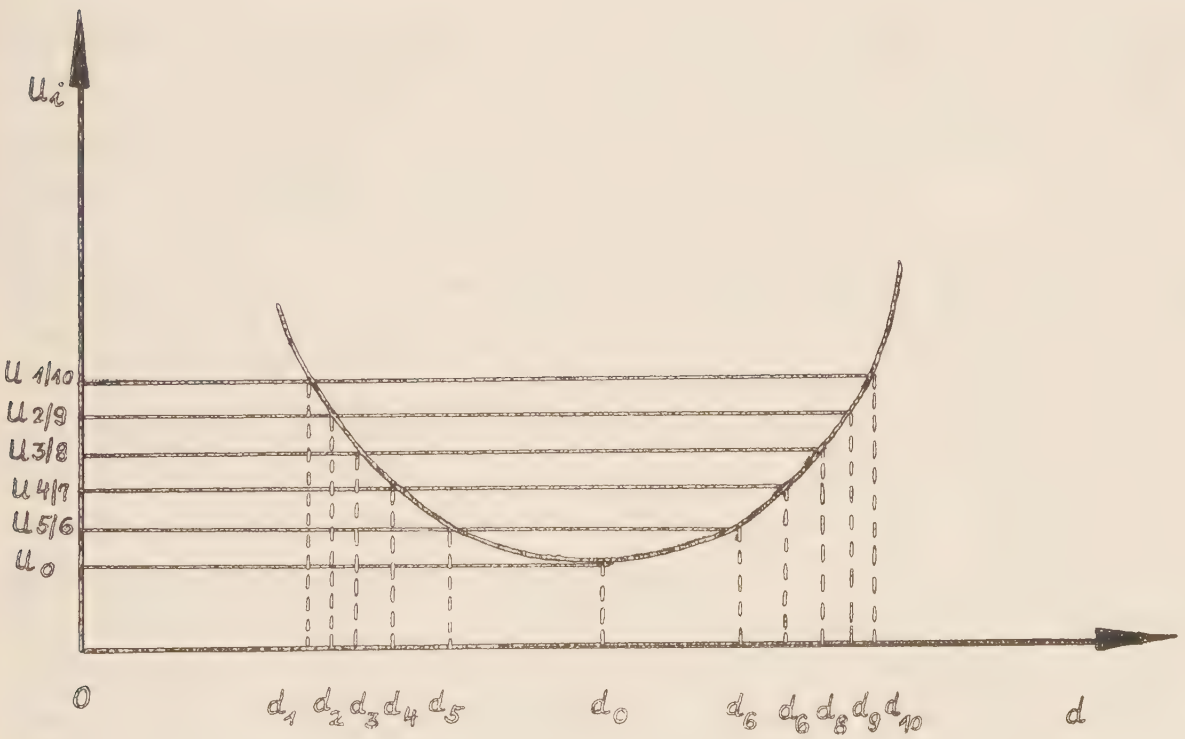


Abb. 25

1) Kilger, W., a. a. O., S. 64

Die Faktoreinsatzfunktionen geben also den gesamten Verbrauch eines Produktionsfaktors in Abhängigkeit von der Ausbringung b an, wobei jeweils die Leistung d Parameter ist.

Bisher nicht durchgeführt wurde der Versuch, den Faktorverbrauch in Abhängigkeit von der Theorie der Anpassungsprozesse darzustellen, d. h. zu zeigen, inwiefern der Faktorverbrauch und auch die Ausbringung durch unterschiedliche Zeit- und Lastgrade beeinflußt werden. Unsere Aufgabe soll es sein, die Faktoreinsatzfunktionen in Abhängigkeit von den beiden Einflußgrößen Zeitgrad und Intensitätsgrad darzustellen.

2. Die Faktoreinsatzfunktionen bei konstanten Zeitgraden (intensitätsmäßige Anpassung)

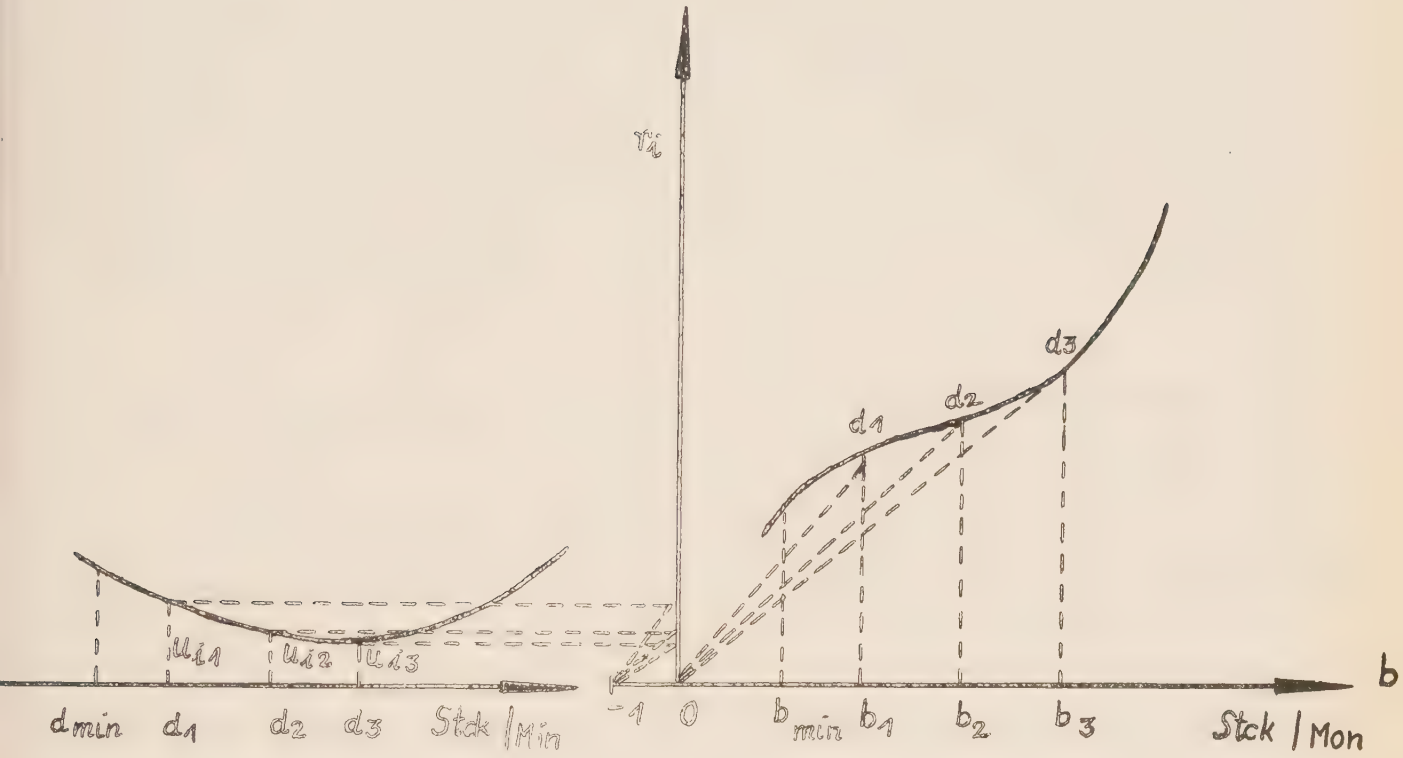
Bei konstanten Zeitgraden besteht Identität zwischen der Kalenderzeit t und der Fertigungszeit. Beschäftigungsänderungen können nur dadurch abgefangen werden, daß die Intensität über die optimale Intensität hinaus erhöht oder darunter vermindert wird.

Am Beispiel der Abb. 26 sei die Konstruktion einer Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeitgrad beschrieben. In Abb. 26 zeigt die Verbrauchsfunktion den Faktorverbrauch für eine erstellte Produkteinheit bei den Intensitätsgraden d_1, d_2 und d_3. Da bei d_3 der Faktorverbrauch je Einheit am geringsten ist, stellt d_3 gleichzeitig die optimale Leistung dar. Die für eine Einheit bei unterschiedlichen Intensitätsgraden verbrauchten Faktoreinsatzmengen werden von der Verbrauchsfunktion auf die Ordinate der Faktoreinsatzfunktion projiziert. Da die Faktoreinsatzfunktion der Funktionsgleichung $r_i = u_i\,(d)\ b$ folgt, ist $u_i\,(d)$, also der Faktorverbrauch je Einheit, gleich dem Anstieg der Faktoreinsatzfunktion bei einer bestimmten Leistung d. Geometrisch erhalten wir die Steigung der Faktoreinsatzfunktion, indem wir die durch die Verbrauchsfunktion vorgegebenen Ordinatenwerte der Faktoreinsatzfunktion mit dem Abszissenwert - 1 verbinden, denn

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r_i}{b} = \frac{u_i}{1} .$$

Die Ausbringung pro Monat errechnet sich folgendermaßen:

Abb. 26



$$d = \frac{b}{t}$$

$$b = t \circ d$$

$$b = \text{const.} \circ d$$

Bei konstantem Zeitgrad erhält man die Ausbringung pro Monat durch die Multiplikation des konstanten Produktionszeitraums mit der jeweiligen Intensität.

Geometrisch läßt sich nun die Faktoreinsatzfunktion folgendermaßen konstruieren: Bei den Ausbringungsmengen b_1, b_2 und b_3, die den Intensitätsgraden d_1, d_2 und d_3 entsprechen, werden Senkrechte parallel zur Abszisse

errichtet. Die Kurvenabschnitte, die durch Verbindung der für eine Produktionseinheit anfallenden Faktoreinsatzmengen r_i auf der Ordinate mit dem Abszissenwert - 1 entstanden sind, werden solange parallel zu sich verschoben, bis sie den Koordinatenursprung schneiden. Der Schnittpunkt zwischen einem durch den Nullpunkt gehenden und einer bestimmten Intensität zugeordneten Fahrstrahl (z. B. d_1) und der Senkrechten, die bei der zugehörigen Beschäftigung (z. B. b_1) errichtet wurde, ergibt den Faktorverbrauch r_i, der im Zeitraum t bei der Intensität d_1 anfällt. Analog hierzu kann für jede Intensität und zugehörige Beschäftigung der Faktorverbrauch festgelegt werden. Die Verbindungslinie der Schnittpunkte ergibt die Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeitgrad.

Die konstruierte Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeitgrad zeigt den typisch ertragsgesetzlichen Verlauf. Sie beginnt nicht im Nullpunkt, sondern bei b_{min}, d. h. der minimalen Ausbringung, die bei konstantem Zeitgrad während t hergestellt werden kann. Wie groß b_{min} ist, hängt von d_{min} ab, also der überhaupt realisierbaren Minimalleistung. Es widerspricht den industriellen Gegebenheiten, daß mit einer Intensität gearbeitet werden kann, die infinitesimal größer als 0 ist, z. B. ein Verbrennungsmotor bleibt stehen, wenn nicht eine bestimmte Mindesttourenzahl eingehalten wird.

Die oben beschriebene Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeigrad ist eine statische Funktion, das bedeutet, sie ordnet jeder Ausbringung b und damit jedem Leistungsgrad d alternativ einen bestimmten Faktorverbrauch zu. Die aus diesen Faktoreinsatzfunktionen abgeleiteten Kostenfunktionen können daher ebenfalls nur statischen Charakter haben.

Es muß jedoch klar erkannt werden, daß innerhalb einer Produktionsperiode nicht die von uns oben beschriebene S-förmige Faktoreinsatzfunktion realisiert werden kann, sondern immer nur ein Punkt auf dieser Faktoreinsatzfunktion und dies auch nur dann, wenn während der gesamten Produktionsperiode mit konstanter Intensität gearbeitet wird. Jede Ausbringungsmenge wird zwar mit einer anderen Intensität erstellt, aber die für eine bestimmte Ausbringungsmenge erforderliche Intensität wird während der ganzen Produktionsperiode konstant beibehalten. Sobald eine der Prämissen geändert wird, d. h. sobald die Produktionsdauer nicht mehr konstant bleibt und sobald z.B.

für die Erstellung von b_1 nicht von Anfang an konstant mit d_1 gearbeitet wird, kann der Faktorverbrauch nicht mehr mit Hilfe der von uns konstruierten Faktoreinsatzfunktion bestimmt werden.

Die von uns konstruierte Faktoreinsatzfunktion hat Gültigkeit für alle Perioden. Die Faktoreinsatzfunktion für eine Produktionsperiode erhält man, indem z. B. für die Produktion von b_3 der Funktionswert d_3 der Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeitgrad mit dem Koordinatenursprung verbunden wird, für b_2, indem der Funktionswert d_2 mit dem Nullpunkt verbunden wird. Es läßt sich somit ein Bündel linearer zeitraumbezogener Faktoreinsatzfunktionen konstruieren, die sich im Anstieg unterscheiden und ihren Endpunkt in der statischen Faktoreinsatzfunktion finden. Der Anstieg einer Faktoreinsatzfunktion ist gleich dem Faktorverbrauch für eine Einheit. Da während eines Zeitraumes die Intensität jeweils konstant gehalten wird, ist der Verbrauch für jede produzierte Einheit gleich, der Faktorverbrauch erfolgt proportional zur Ausbringung b, die zeitraumbezogenen Faktoreinsatzfunktionen steigen - konstanten Zeitgrad unterstellt - zwangsläufig linear an.

In dem Beispiel der Abb. 26 haben wir die Leistung d als Stück/Min. und die Ausbringung b für einen Produktionszeitraum von einem Monat angegeben.

$$d = \frac{b}{t}$$

$$b = t \cdot d$$

b = 86.400 Stück
t = 1 Monat
= 720 Stunden
= 43.200 Minuten
d = 86.400 Stück/Monat
= 120 Stück/Stunde
= 2 Stück/Minute
b = d . Min./Monat

Aus der Faktoreinsatzfunktion der Abb. 26 läßt sich auch der Faktorverbrauch je Fertigungsstunde bzw. je Fertigungsminute ableiten, indem sowohl die Ordinate als auch die Abszisse des Koordinatensystems durch die Anzahl Fertigungsstunden bzw. Fertigungsminuten dividiert werden. Die auf solche

Weise auf eine andere Periode umgewandelte Faktoreinsatzfunktion kann als Grundlage für Betrachtungen dienen, die Kostensätze und Fertigungszeiten in Abhängigkeit von der Intensität einer Kostenstelle darzustellen wünschen.

Nur wenn die Verbrauchsfunktion eine parabolische U-Form zeigt, wird die Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeitgrad den von uns in Abb. 26 wiedergegebenen S-förmigen Verlauf aufweisen. Andere Erscheinungsformen der Verbrauchsfunktionen werden sich ebenfalls auf die Faktoreinsatzfunktionen auswirken.

Verläuft die Verbrauchsfunktion parallel zur Abszisse, ist sie also eine leistungsunabhängige Konstante, dann steigt die Faktoreinsatzfunktion linear an. Ihre rückwärtige Verlängerung schneidet den Koordinatenursprung. Stellt die Verbrauchsfunktion eine Hyperbel dar (z. B. Zeitlohn), dann ist die Faktoreinsatzfunktion eine Konstante, die parallel zur b-Achse verläuft.

Steigt die Verbrauchsfunktion an, gleichgültig ob degressiv, linear oder progressiv, dann ist der Anstieg der Faktoreinsatzfunktion progressiv, und zwar je nach der Steigung der Verbrauchsfunktion mehr oder weniger stark.

Kritisch ist zur intensitätsmäßigen Anpassung bei konstantem Zeitgrad zu bemerken, daß sie praktisch nicht verwirklicht werden kann, wenn b unter bestimmte Werte absinkt. Eine intensitätsmäßige Anpassung in reiner Form ist dann nicht mehr durchführbar, sondern sie muß kombiniert mit der zeitlichen Anpassung vorgenommen werden. Zudem wird - wie GUTENBERG im einzelnen ausführt [1] - die intensitätsmäßige Anpassung nur dann angewandt, wenn ein Gesamtkomplex betrieblicher Anlagen vorliegt, z. B. Schwefelsäurebatterien, Hochofenbetriebe, oder wenn kurzfristige Terminschwierigkeiten in Engpaßbereichen zu von der optimalen Intensität abweichenden Leistungsgraden zwingen. In diesem letzteren Fall dürften jedoch nur Leistungsgrade relevant sein, die größer sind als die optimale Intensität, während eine intensitätsmäßige Anpassung unterhalb der optimalen Intensität nur in Ausnahmefällen anzutreffen sein dürfte.

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 242 ff.

5. Die Faktoreinsatzfunktionen bei konstanten Intensitätsgraden (zeitliche Anpassung)

Bei dieser Anpassungsform wird an der einmal ermittelten optimalen Intensität festgehalten, die Ausbringung pro Zeiteinheit ist nicht nur für eine Periode konstant, sondern dies gilt für alle Perioden. Eine Anpassung an Beschäftigungsänderungen kann nur dergestalt erfolgen, daß die Fertigungszeit variiert wird.

Abb. 27 zeigt die Konstruktion einer Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Intensitätsgrad. Die Ermittlung erfolgt analog zu der Konstruktion der Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeitgrad, (Abb. 26) so daß hier - um Wiederholungen zu vermeiden - nur die Unterschiede zu Abb. 26 erläutert werden sollen. Bei der Optimalleistung d_o ist der auf eine Produktionseinheit entfallende Verbrauch u_{io} ein Minimum. Da die Intensität d_o konstant beibehalten wird, ist der Faktorverbrauch u_{io} für jede Ausbringungseinheit b gleich. u_{io} stellt die Steigung der Faktoreinsatzfunktion dar.

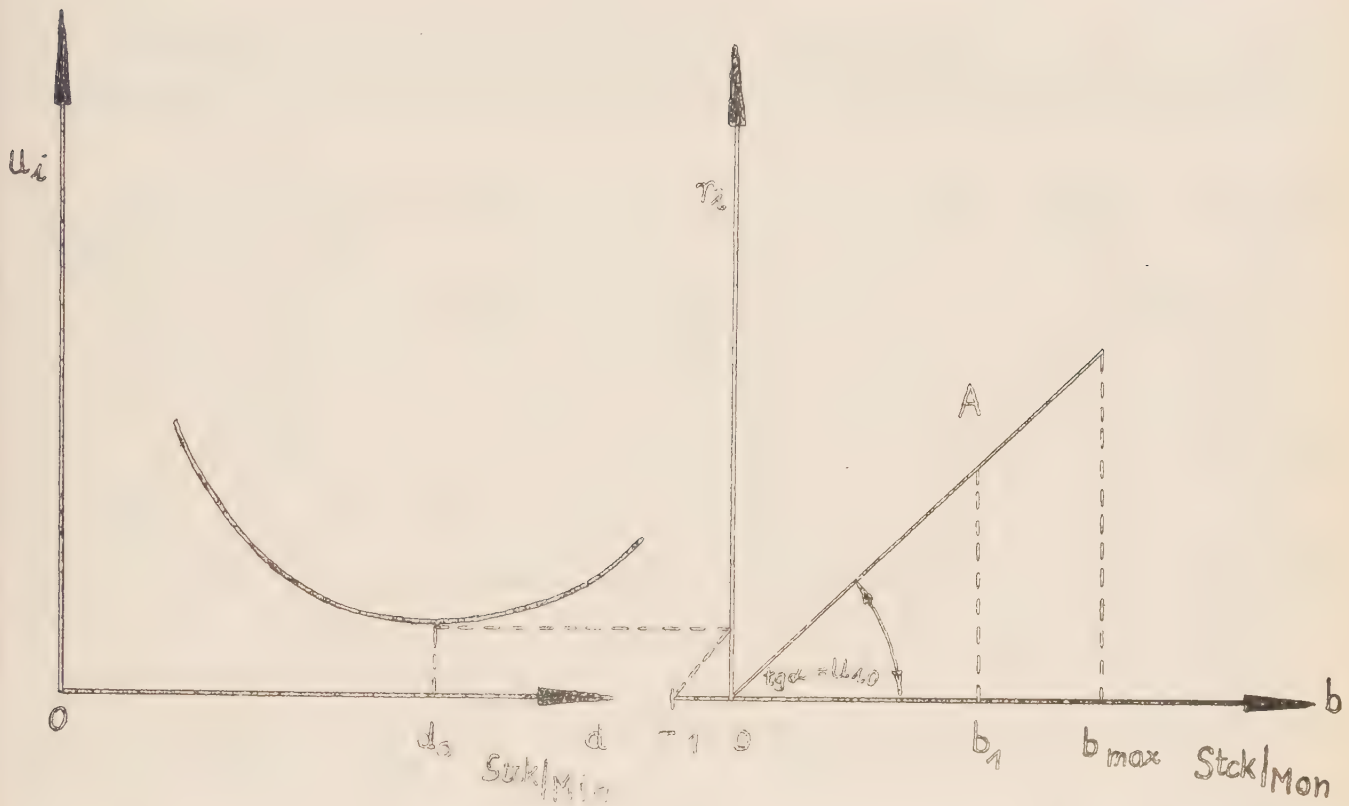
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r_i}{t} = \frac{u_{io}}{1}$$

Die Faktoreinsatzfunktion bei konstanter Intensität verläuft also zwangsläufig linear, und zwar von 0 bis b_{max} = der bei Optimalintensität erreichbaren Maximalausbringung.

Im Gegensatz zu der Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Zeitgrad beginnt die Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Intensitätsgrad im Koordinatenursprung, da von der ersten Ausbringungseinheit aus mit optimaler Intensität gearbeitet wird.

Die Faktoreinsatzfunktion bei konstantem Intensitätsgrad ist ebenfalls eine statische Funktion, d. h. sie ordnet jeder Ausbringung b und damit jedem Zeitgrad t alternativ einen bestimmten Faktorverbrauch zu. Die aus diesen Faktoreinsatzfunktionen abgeleiteten Kostenfunktionen haben daher ebenfalls statischen Charakter. Die von uns konstruierte Faktoreinsatzfunktion besitzt Gültigkeit für alle Perioden. Die Faktoreinsatzfunktion für eine Periode erhält man, indem die konstante Leistung jeweils mit dem für eine bestimmte Ausbringung erforderlichen Zeitgrad multipliziert wird.

Abb. 27



$$b = d_{const.} \cdot \frac{t_a}{t_z} \qquad (a = 1,2,3, \ldots, z)$$

$$r_i = u_{iconst.} \cdot b$$

Während die zeitraumbezogenen Faktoreinsatzfunktionen bei konstantem Zeitgrad nur mit ihrem Endpunkt auf der statischen Faktoreinsatzfunktion liegen, decken sich bei konstantem Intensitätsgrad zeitraumbezogene und statische Faktoreinsatzfunktionen, sie sind jedoch nur vollkommen identisch, wenn während einer Periode die bei Optimalintensität mögliche Maximalausbringung realisiert wird. Werden während einer Periode anstatt b_{max} nur b_1 Produkteinheiten hergestellt (vgl. Abb. 27), dann endet die zeitraumbezogene Faktoreinsatzfunktion in A, statische und zeitraumbezogene Faktoreinsatzfunktion

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Intensität d_o und b_2 - b_1 mit dem von der optimalen Intensität abweichenden Leistungsgrad d_1.

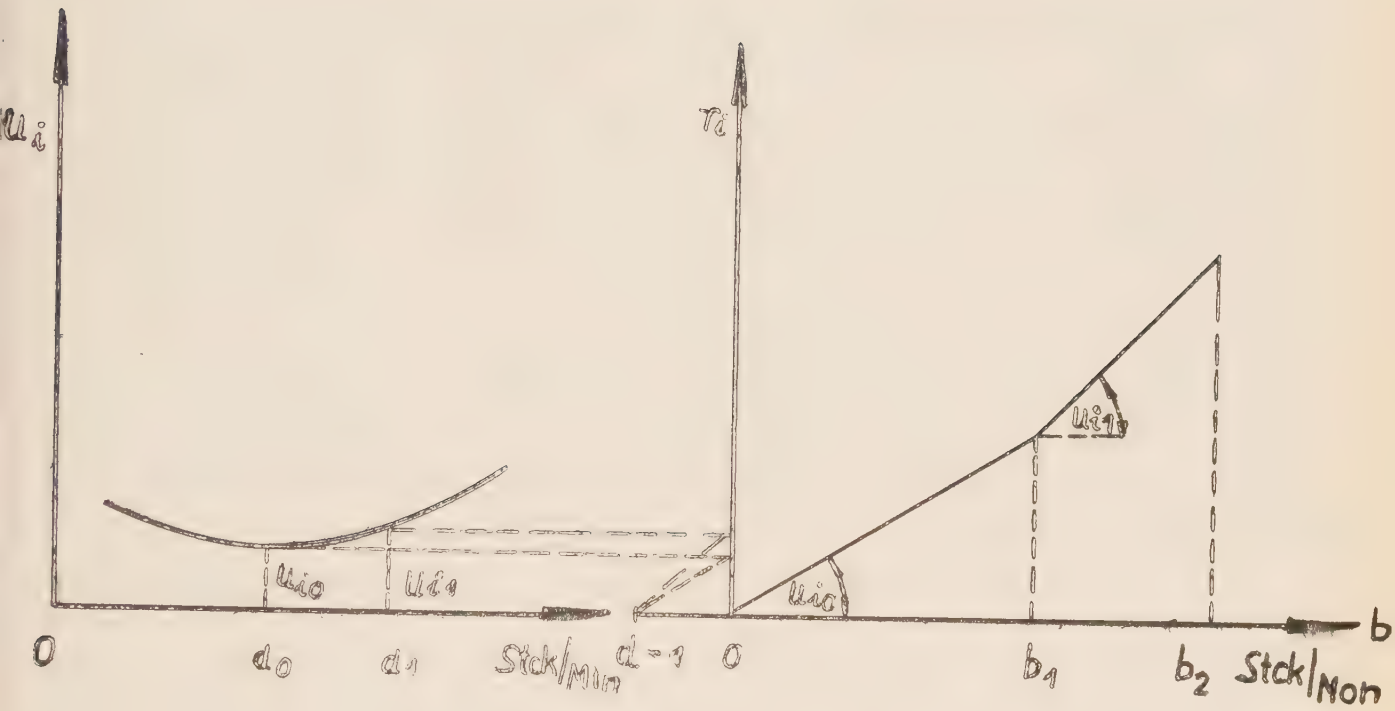


Abb. 28

Die Konstruktion der Faktoreinsatzfunktion erfolgt analog zu Abb. 26, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß. Solange mit der Optimalintensität gearbeitet wird, verläuft die Faktoreinsatzfunktion linear ansteigend, und zwar beträgt ihre Steigung ein Minimum, da der Faktorverbrauch je Einheit ebenfalls ein Minimum darstellt. Nachdem b_1 Einheiten ausgebracht sind, wird die Intensität von d_o auf d_1 geändert, der Faktorverbrauch je Einheit steigt auf u_{i1}, die Faktoreinsatzfunktion zeigt einen Knick, steigt zwar weiter linear, jedoch stärker an.

Der Faktorverbrauch r_i, der durch die Intensitätsänderung bei b_1 verursacht wird, ist höher, als wenn von Anfang an mit der Intensität gearbeitet worden

wäre, die für die Produktion von b_2 Produkteinheiten bei konstantem Zeitgrad erforderlich ist. Es läßt sich daher sagen, daß solche Knicke in den Faktoreinsatzfunktionen im allgemeinen nur dann auftreten, wenn während der Produktionsperiode eine Planrevision vorgenommen werden muß, und geplante Ausbringungsänderungen Intensitätsvariationen nach sich ziehen.

Selbstverständlich besteht die Möglichkeit, während der Produktionsperiode die Intensität nicht nur einmal, sondern mehrere Male zu verändern. Die Folge davon ist, daß die Faktoreinsatzfunktion mehrere Knicke aufweist. Es ist auch denkbar, daß von Anfang an mit überhöhter Intensität gearbeitet wird und wenn ersichtlich wird, daß die geplante Ausbringung nicht erforderlich ist, zur optimalen Intensität zurückgekehrt wird. Zwischen den einzelnen Knicken muß die Faktoreinsatzfunktion jedoch jeweils linear verlaufen, wenn die Intensität konstant beibehalten wird. Die Faktoreinsatzfunktion stellt bei mehrmaligen Intensitätsänderungen eine Abfolge linearer Kurvenabschnitte dar, die sich durch ihre Steigung unterscheiden. Eine solche Faktoreinsatzfunktion ist immer zeitraumbezogen, d. h. sie gilt nur für eine Produktionsperiode, sie wird im allgemeinen erst ex post aufgestellt werden können, sie hat keinen statischen Charakter.

Die von uns in diesem Abschnitt beschriebenen Faktoreinsatzfunktionen sind immer dann von Bedeutung, wenn während des Produktionszeitraumes im Zuge einer Planrevision Intensitätsänderungen vorgenommen werden.

5. Die Ermittlung der Faktoreinsatzmengen

Mit Hilfe der Verbrauchsfunktionen und der aus ihnen abgeleiteten Faktoreinsatzfunktionen kann nun das Mengengerüst der Kosten eindeutig festgelegt werden. Unterstellt sei, daß in m (j = 1, 2, 3, ..., m) Produktionsstätten (Kostenstellen) n (i = 1, 2, 3, ..., n) Produktionsfaktoren kombiniert werden.

Gleichgültig für die Ermittlung der Faktoreinsatzmengen ist es, ob mit optimaler Intensität gearbeitet wird, da über Verbrauchsfunktionen auch die bei einem von dem optimalen abweichenden Intensitätsgrad benötigten Faktoreinsatzmengen bestimmt werden können.

Die Faktoreinsatzmenge r_i eines Produktionsfaktors R_i läßt sich ermitteln, indem über die Faktoreinsatzfunktionen der in den m Kostenstellen anfallende Faktorverbrauch addiert wird: (Der erste Index gibt den Produktionsfaktor an, der zweite Index die Kostenstelle.)

$$
\begin{aligned}
r_{i1} &= u_{i1}(d_1)\, b_1 \\
r_{i2} &= u_{i2}(d_2)\, b_2 \\
r_{i3} &= u_{i3}(d_3)\, b_3 \\
&\;\;\vdots \\
r_{im} &= u_{im}(d_m)\, b_m \\
\hline
r_i &= \sum_{1}^{m} {}_j\, u_{ij}(d_j)\, b_j
\end{aligned}
$$

Der gesamte Faktorverbrauch in einer Kostenstelle j läßt sich mit Hilfe eines Systems von Bestimmungsgleichungen für jeden der n Produktionsfaktoren festlegen:

$$r_{1j} = u_{1j}(d_j)\, b_j$$

$$r_{2j} = u_{2j}(d_j)\, b_j$$

$$r_{3j} = u_{3j}(d_j)\, b_j$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$r_{nj} = u_{nj}(d_j)\, b_j$$

Eine Addition der Einsatzmengen der n Produktionsfaktoren ist wegen der unterschiedlichen Dimensionsbezeichnungen der einzelnen Produktionsfaktoren nicht möglich.

Der gesamte Faktorverbrauch einer Unternehmung mit m Kostenstellen und n Produktionsfaktoren läßt sich in dem folgenden Schema zusammenfassen. (Der erste Index bezeichnet die Faktorart, der zweite Index die Kostenstelle.)

R_i = Produktionsfaktor i
$(i = 1, 2, 3, \ldots, n)$

KS_j = Kostenstelle j
$(j = 1, 2, 3, \ldots, m)$

Faktorart → / Kostenstelle ↓	R_1	R_2	° ° °	R_n
KS 1	$r_{11} = u_{11}(d_1)b_1$	$r_{21} = u_{21}(d_1)b_1$	° ° °	$r_{n1} = u_{n1}(d_1)b_1$
KS 2	$r_{12} = u_{12}(d_2)b_2$	$r_{22} = u_{22}(d_2)b_2$	° ° °	$r_{n2} = u_{n2}(d_2)b_2$
KS 3	$r_{13} = u_{13}(d_3)b_3$	$r_{23} = u_{23}(d_3)b_3$	° ° °	$r_{n3} = u_{n3}(d_3)b_3$
° °	° ° °	° ° °	° ° °	° ° °
° °	° ° °	° ° °	° ° °	° ° °
° °	° ° °	° ° °	° ° °	° ° °
KS m	$r_{1m} = u_{1m}(d_m)b_m$	$r_{2m} = u_{2m}(d_m)b_m$	° ° °	$r_{nm} = u_{nm}(d_m)b_m$
Sa.	$r_1 = \sum_1^m j\ u_{1j}(d_j)b_j$	$r_2 = \sum_1^m j\ u_{2j}(d_j)b_j$	° ° °	$r_n = \sum_1^m j\ u_{nj}(d_j)b_j$

$$\text{Gesamter Faktorverbrauch} = \sum_{1}^{m_j} u_{1j}(d_j)b_j$$

$$(+) \quad \sum_{1}^{m_j} u_{2j}(d_j)b_j$$

$$(+) \quad \ldots$$

$$(+) \quad \sum_{1}^{m_j} u_{nj}(d_j)b_j.$$

$$\text{Gesamter Faktorverbrauch} = r_1 (+) r_2 (+) \ldots (+) r_n.$$

Die Verbrauchsmengen r_i, die im Betrieb selbst in innerbetrieblichen Hilfsbereichen erzeugt werden, sind in Stellen, die nur eine homogene innerbetriebliche Leistungsart erzeugen (z. B. Stromerzeugung) unmittelbar gleich ihrem Bezugsgrößenwert. Für andere Stellen, die heterogene innerbetriebliche Leistung erstellen, werden mehrere r_i-Werte für die Hauptstellen mit Hilfe von Aequivalenzziffern zusammengefaßt zu einer gemeinsamen Bezugsgröße b_j der betreffenden Hilfsstelle. Die Ausbringung der innerbetrieblichen Hilfsbereiche geht als Faktoreinsatzmenge in die Hauptstellen ein. Wenn nun für die Hilfsstellen die b_{ij}-Werte festliegen, läßt sich für sie in analoger Weise zu den Hauptstellen der Verbrauch ermitteln.

Diese Überlegung zeigt, daß sich die innerbetriebliche Leistungserstellung durch das nach Produktionsstellen differenzierte Vorgehen der Theorie der Verbrauchsfunktionen ohne Schwierigkeit in das System einbauen läßt. Es muß jedoch hierbei berücksichtigt werden, daß die innerbetrieblichen Hilfsbereiche sowohl für sich selbst als auch für andere innerbetriebliche Hilfsbereiche Leistungen erstellen können. Hierbei sind die Probleme dieselben wie bei der innerbetrieblichen Leistungsverrechnung.

Die von uns in dem Abschnitt 36 beschriebenen Gleichungssysteme werden erstmals von GUTENBERG entwickelt [1] und später in erweiterter Form von KILGER neu formuliert. [2] "Jedes dieser Gleichungssysteme stellt eine nach den

---

1) Gutenberg, E., a. a. O., S. 222 ff.

2) Kilger, a. a. O., S. 65 ff.

Faktormengen r_1, r_2, ... und r_n aufgelöste Produktionsfunktion dar. Hierbei sind die Faktoreinsatzmengen nicht frei variierbar, sondern über die Verbrauchsfunktionen limitational gebunden." [1] Daher wird zur Untersuchung gegenüber dem Ertragsgesetz, der Produktionsfunktion vom Typ A, von GUTENBERG eine derartige Funktion als Produktionsfunktion vom Typ B bezeichnet. [2]

---

1) Kilger, a. a. O., S. 67

2) Gutenberg, E., a. a. O., S. 216

37. Die aus den Verbrauchsfunktionen abgeleiteten Kostenfunktionen

371. Der Übergang von Faktoreinsatzfunktionen zu Kostenfunktionen

Liegt das Mengengerüst des betrieblichen Kombinationsprozesses mit Hilfe der Verbrauchsfunktionen, der Faktoreinsatzfunktionen und der aus ihnen abgeleiteten n Bestimmungsgleichungen für den Verbrauch an Produktionsfaktoren fest, dann erhält man die angefallenen Kosten durch Bewertung der Faktoreinsatzmengen r_i mit ihren Preisen q_i. Durch die Bewertung mit den Preisen werden die bisher unterschiedlichen Faktoreinsatzmengen auf den gemeinsamen Nenner Geldeinheiten gebracht und dadurch addierbar. Die Summe der Kostenarten ergibt die Kosten.

In Einproduktunternehmungen sowie in Betrieben, die nur wenige ähnliche Produkte herstellen, die jedoch mit Hilfe von Aequivalenzziffern auf eine gemeinsame Bezugsgröße umrechenbar sind, kann in der Bestimmungsgleichung für den Verbrauch eines Produktionsfaktors

$$r_i = \sum_{1}^{m} j \; u_{ij}(d_j) \; b_j$$

die Bezugsgröße b direkt durch die Beschäftigung x ersetzt werden. Die Bestimmungsgleichung ändert sich dann um in

$$r_i = \sum_{1}^{m} j \; u_{ij}(d_j) \; x.$$

x stellt in dieser Gleichung die Maßgröße für die Beschäftigung einer Unternehmung in Stück, m, l, qm, kg, t usw. dar. Halbfabrikate, die bei mehrstufiger Produktion homogener Güter anfallen, sowie Produkte der Sortenfertigung, werden mit Hilfe von Aequivalenzziffern auf die gemeinsame Bezugsgröße x umgerechnet.

Die Aequivalenzziffer gibt bei mehrstufiger Produktion für Halbfabrikate den Grad der Fertigstellung an, bei Sortenfertigung rechnet die Aequivalenzziffer den unterschiedlichen Faktorverbrauch der einzelnen Sorten auf die gemeinsame Bezugsgröße x um.

Werden in einer Unternehmung 1 bis o Sorten gefertigt und bezeichnet man die Aequivalenzziffer mit a, dann ergibt sich die homogene Ausbringung x als Summe der von den einzelnen Sorten gefertigten und mit ihren Aequivalenzziffern bewerteten Ausbringungseinheiten.

$$x = a_1x_1 + a_2x_2 + \ldots + a_ox_o$$

Für das Einheitsprodukt erreicht die Aequivalenzziffer den Wert 1.

Für die Umrechnung von Halbfabrikaten auf die Ausbringung x gilt analog das für die Sortenproduktion ausgeführte, nur daß an die Stelle der 1 bis o Sorten 1 bis o Fertigungsstufen treten.

Multipliziert man die Bestimmungsgleichung für den Verbrauch eines Produktionsfaktors r_i mit dem Faktorpreis q_i, dann erhält man die Kosten der Kostenart i.[1)]

$$K_i = r_iq_i = \sum_1^m{}_j\, u_{ij}(d_j)\, q_ix \quad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

Addiert man die 1 bis n Kostenarten, dann ergibt die Summe die gesamten variablen Kosten für die Ausbringung x.

$$K_v = \sum_1^n{}_i\, r_iq_i = \sum_1^n{}_i \sum_1^m{}_j\, u_{ij}(d_j)\, q_ix.$$

Die Summe der gesamten variablen Kosten und der von uns bereits im Abschnitt 321 ermittelten fixen Kosten ergibt die im Bereich der Unternehmung anfallenden Gesamtkosten.

$$K = K_f + K_v = K_f + \sum_1^n{}_i \sum_1^m{}_j\, u_{ij}(d_j)\, q_ix.$$

Die variablen Kosten einer Ausbringungseinheit sind:

$$k_v = \sum_1^n{}_i \sum_1^m{}_j\, u_{ij}(d_j)\, q_i,$$

so daß man die Gesamtkosten auch definieren kann:

---

1) Vgl. hierzu Kilger, W., a. a. O., S. 72 ff.

$$K = K_f + k_v(d)\, x.$$

Hiermit ist die Gesamtkostenfunktion in Abhängigkeit von Leistung und Ausbringung dargestellt.

Werden in einer Unternehmung heterogene Produkte gefertigt, die sich nicht mit Hilfe von Aequivalenzziffern auf eine gemeinsame Bezugsgröße umrechnen lassen, dann treten Modifikationen im System der von uns im vorigen Abschnitt beschriebenen Kostenkurven auf. Selbst wenn Erzeugnisse an denselben Aggregaten hergestellt werden, können die Produktionsbeiträge für die einzelnen Produktarten völlig heterogener Natur sein. Unterstellen wir, daß in einer Kostenstelle die verschiedenen Produktarten mit jeweils konstanter Leistung bearbeitet werden, dann lassen sich zumindest die Produktionsbeiträge der Kostenstelle mit Hilfe von Aequivalenzziffern auf eine gemeinsame Bezugsgröße umrechnen.

Werden in einer Kostenstelle 1 bis o Produktarten bearbeitet und bezeichnet man die Aequivalenzziffer mit $a_{\cdot}$, dann ergibt sich die homogene Ausbringung b_j für die Kostenstelle j als Summe der von den einzelnen Produktarten gefertigten und mit ihren Aequivalenzziffern bewerteten Ausbringungseinheiten.

$$b_j = a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jo}x_o$$

Der Verbrauch eines Produktionsfaktors i in den $j = 1, 2, 3, \dots, m$ Kostenstellen ergibt sich dann wie folgt:

$$r_i = \sum_{1}^{m} {}_j\, u_{ij}(d_j)(a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jo}x_o)$$

Sind jedoch die Produktionsbeiträge eines Aggregates für verschiedene Produktarten nicht gleichartig, dann muß ein anderer Leistungsmaßstab gefunden werden, der Bezugsgröße für alle gefertigten Produktarten sein kann. Welcher Art dieser Leistungsmaßstab sein kann, haben wir bereits in Abschnitt 32 im einzelnen erörtert. Als allgemeinste Form der Bezugsgröße haben wir kgm oder PS bezeichnet, deren Ermittlung für jede Produktionseinheit theoretisch durchaus möglich ist, aber in der praktischen Durchführung wegen der damit verbundenen Maß- und Rechenarbeit unwirtschaftlich sein dürfte. Als brauchbare Bezugsgröße hat sich, wenn eine Quantifizierbarkeit in Mengengrößen -

wie z. B. bei Einzelfertigung - nicht möglich ist, die Laufstunde erwiesen.

Multipliziert man beide Seiten der Bestimmungsgleichung für den Faktorverbrauch in Mehrproduktunternehmungen mit dem Faktorpreis, dann erhält man die Kosten der Kostenart:

$$K_i = r_i q_i = \sum_1^m{}_j \, u_{ij}(d_j) \, (a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \ldots + a_{jo}x_o)q_i$$

$(i = 1, 2, \ldots, n)$

Die gesamten variablen Kosten setzen sich zusammen aus der Summe der Kostenarten 1 bis n:

$$K_v = \sum_1^n{}_i r_i q_i = \sum_1^n{}_i \sum_1^m{}_j \, u_{ij}(d_j) \, (a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \ldots + a_{jo}x_o)q_i$$

Aus dieser Gleichung lassen sich die Stückkosten für die einzelnen Produktarten ableiten:

$$k_{v1} = \sum_1^n{}_i \sum_1^m{}_j \, u_{ij}(d_j) a_{j1} q_i$$

$$k_{v2} = \sum_1^n{}_i \sum_1^m{}_j \, u_{ij}(d_j) a_{j2} q_i$$

$$\vdots$$

$$k_{vo} = \sum_1^n{}_i \sum_1^m{}_j \, u_{ij}(d_j) a_{jo} q_i$$

Vereinfacht läßt sich die Gesamtkostenfunktion für Unternehmungen mit heterogener Ausbringung unter Einbeziehung der fixen Kosten wie folgt schreiben:

$$K = K_f + k_{v1}(d)x_1 + k_{v2}(d)x_2 + \ldots + k_{vo}(d)x_o.$$

Geometrisch ist diese Kostenfunktion nicht darstellbar, weil mehrere unabhängige Variable, und zwar x_1 bis x_o, in ihr enthalten sind. E i n e V e r t i k a l a d d i t i o n d e r K o s t e n f ü r d i e e i n z e l n e n P r o d u k t a r t e n i s t z w a r m ö g l i c h , j e d o c h n i c h t e i n e H o r i z o n t a l a d d i t i o n d e r u n t e r s c h i e d l i c h e n B e z u g s g r ö ß e n x_1 b i s x_o a u f d e r A b s z i s s e d e s S c h a u b i l d e s .

Jedoch kann man eine solche geometrisch nicht darstellbare Gesamtkostenfunktion in soviel graphisch darstellbare Teilfunktionen aufspalten, wie Kostenstellen mit unterschiedlichen homogenen Bezugsgrößen in der Unternehmung vorzufinden sind. In einer solchen Teilfunktion läßt sich der Ausdruck $(a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \ldots + a_{jo}x_o)$ durch b_j ersetzen. Die fixen Kosten einer Kostenstelle sind, wie wir in Abschnitt 321 nachgewiesen haben, ohne Schwierigkeit für die Kostenstelle zu ermitteln.

Die Kostenfunktion für eine beliebige Kostenstelle j zeigt folgendes Bild:

$$K_j = K_{fj} + \sum_{1}^{n} i\, u_{ij}(d_j) q_i b_j \quad (j = 1, 2, \ldots, m)$$

Der Preis für Produktionsfaktoren, die als innerbetriebliche Leistungen selbst erstellt worden sind, wird unter der Voraussetzung, daß kein gegenseitiger Leistungsaustausch der Hilfsbereiche stattfindet, in der Weise ermittelt, daß die Kostenstellenkosten K_j durch die zugehörige Ausbringung b_j des betreffenden Hilfsbereiches dividiert werden. Bei gegenseitigem Leistungsaustausch der Hilfsstellen treten hier dieselben Probleme auf, die bei der Verrechnung innerbetrieblicher Leistungen zu lösen sind. Die beschriebene Bewertung der innerbetrieblichen Hilfsbereiche gilt sowohl für Ein- als auch für Mehrproduktunternehmungen. Die Ermittlung der innerbetrieblichen Verrechnungspreise erfordert allerdings eine Differenzierung der Kosten in die Kosten des Hauptbereiches und der verschiedenen Hilfsbereiche.

Die Kostenfunktionen bei konstanten Zeitgraden (intensitätsmäßige Anpassung)

Wie unsere Ausführungen gezeigt haben, stellen die Kostenverläufe nichts anderes dar als die Summe der mit den Faktorpreisen bewerteten Faktorein-

satzfunktionen. Aus diesem Grund können wir bei den Kostenverläufen die gleichen Grundformen unterscheiden, wie wir dies bereits bei den Faktoreinsatzfunktionen getan haben, nämlich

1. Kostenfunktionen bei konstanten Zeitgraden und unbegrenzten Intensitätsintervallen,
2. Kostenfunktionen bei konstanten Intensitätsgraden und variablen Zeitgraden,
3. Kostenverläufe bei variablen Zeit- und Intensitätsgraden.

Zuerst soll auf die Kostenfunktionen bei konstanten Zeitgraden eingegangen werden.

Bei konstantem Zeitgrad wird die gesamte Kalenderzeit unabhängig von der Ausbringung x gleich der Fertigungszeit angenommen, d. h. es erfolgt keine zeitliche Anpassung an Beschäftigungsänderungen. Setzen wir die Ausbringung x_o bei Optimalintensität gleich 100, dann kann $x_1 = 50$ nur dadurch erzielt werden, indem mit 50 % der Optimalintensität gearbeitet wird, und $x_2 = 120$, indem die Optimalintensität um 20 % erhöht wird. Die rechnerische Erfassung der Gesamtkosten haben wir im vorhergehenden Abschnitt gezeigt, graphisch läßt sich die Kostenfunktion ermitteln, indem die mit den Faktorpreisen bewerteten Faktoreinsatzfunktionen derselben Bezugsgröße [1] aufaddiert und in ein Kosten/Beschäftigungs-Koordinatensystem eingezeichnet werden, wobei die fixen Kosten K_f Berücksichtigung finden.

Unsere Ausführungen in Abschnitt 352 ergaben, daß bei konstanten Zeitgraden U-förmige Verbrauchsfunktionen zu Faktoreinsatzfunktionen führen, die den typisch ertragsgesetzlichen Verlauf zeigen, und leistungsunabhängige konstante Verbrauchsfunktionen zu Faktoreinsatzfunktionen, die linear ansteigen und deren rückwärtige Verlängerung den Koordinatenursprung schneidet.

Abb. 29 zeigt eine Kostenfunktion bei konstanten Zeitgraden, die auf U-förmigen und konstanten Verbrauchsfunktionen aufbaut!

---

[1] Bei unseren weiteren Ausführungen unterstellen wir eine Einproduktunternehmung; für Mehrproduktunternehmungen gelten unsere Ausführungen analog nur für die Kostenstellen. Weiterhin sei b = x, denn b kann mit Hilfe von Aequivalenzziffern in x umgewandelt werden.

Die Gesamtkostenkurve K ist eine Summenkurve. Sie beinhaltet alle mit ihren Faktorpreisen bewerteten Faktoreinsatzfunktionen:

$$K - K_f = \sum_{1}^{n} i \; r_i q_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

Die Funktionsform der Kostenfunktion hängt einzig und allein von den Funktionsformen der Verbrauchsfunktionen bzw. der Faktoreinsatzfunktionen ab. Addieren wir S-förmige und linear ansteigende Faktoreinsatzfunktionen, dann muß die Kostenfunktion den typisch ertragsgesetzlichen Verlauf zeigen.

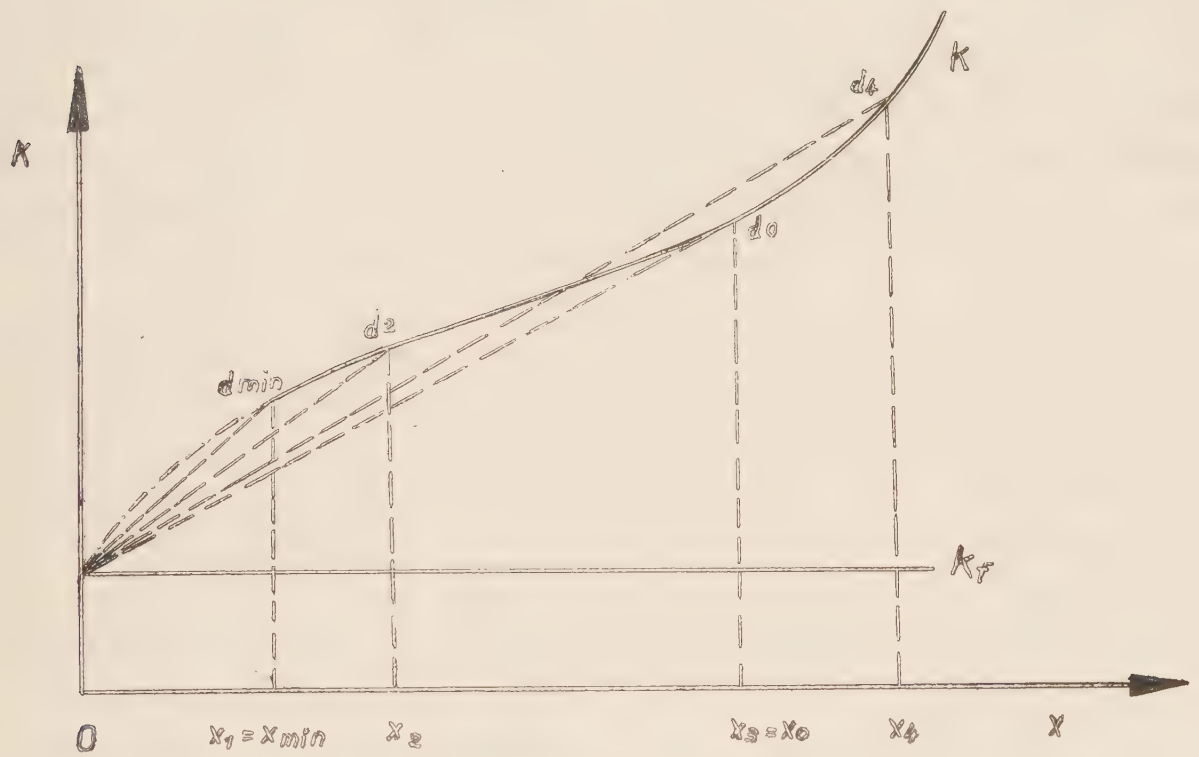


Abb 29

Da, wie wir in Abschnitt 352 ausgeführt haben, die Faktoreinsatzfunktionen bei konstanten Zeitgraden nicht im Nullpunkt beginnen, da immer mit einer Minimalleistung gearbeitet werden muß, findet die Kostenfunktion

der Abb. 29 ihren Ursprung nicht beim Abszissenwert 0, sondern bei der Ausbringung $x_1 = x_{min}$, wobei x_{min} von der Minimalleistung d_{min} bestimmt wird.

Die Kostenfunktion bei konstantem Zeitgrad der Abb. 29 ist eine statische Funktion, das bedeutet, sie ordnet jeder Ausbringung x und damit jedem Leistungsgrad d alternativ einen bestimmten Kostenbetrag zu. Während einer Produktionsperiode verändern sich die Kosten jedoch nicht entlang der Kostenfunktion K, sondern die Kostenfunktion einer Produktionsperiode findet vielmehr ihren Endpunkt in der statischen Kostenfunktion unter der Bedingung, daß während der gesamten Produktionsperiode mit konstanter Intensität gearbeitet wird. Jede Beschäftigung x wird zwar mit einer anderen Intensität d erstellt, aber die für eine bestimmte Beschäftigung erforderliche Intensität wird während der gesamten Produktionsperiode konstant gehalten. Sobald während einer Produktionsperiode eine Intensitätsänderung vorgenommen wird, kann der Kostenbetrag nicht mehr mit Hilfe der statischen Kostenfunktion der Abb. 29 bestimmt werden.

Die statische Kostenfunktion ist zeitlos, d. h. sie besitzt Gültigkeit für alle Perioden. Die Kostenkurve für eine Produktionsperiode, wenn z. B. die Ausbringung x_4 erstellt werden soll, erhält man, indem man den Funktionswert d_4 der statischen Kostenfunktion K mit dem Ordinatenwert K_f bei dem Abszissenwert 0 verbindet. Diese zeitraumbezogene Kostenfunktion ist zwangsläufig linear, denn sie zeigt an, wie K im Zeitablauf mit wachsendem x zunimmt, bis x_4 erreicht ist. Da die Intensität konstant gehalten wird, sind die Grenzkosten konstant, der Anstieg der Kostenfunktion also linear. Sie findet ihren Endpunkt in der statischen Kostenfunktion. Auf analoge Weise läßt sich für jede Ausbringung x eine zeitraumbezogene Kostenfunktion ermitteln. Unter der Bedingung konstanten Zeitgrades sind sämtliche zeitraumbezogenen Kostenfunktionen linear, sie unterscheiden sich jedoch für jede Ausbringung x durch ihre Steigung und finden ihren Endpunkt in der statischen Kostenfunktion. Die statische Kostenfunktion kann also auch dadurch erstellt werden, indem für jede Ausbringung x eine zeitraumbezogene Kostenfunktion ermittelt wird. Die Verbindungslinie der Endpunkte der zeitraumbezogenen Kostenfunktionen ergibt die statische Kostenfunktion. Was nochmals klar herausgestellt werden soll, ist die Tatsache, daß sich die Kosten während einer Produktionsperiode nicht entlang der S-förmigen Kosten-

kurve entwickeln, sondern daß während einer Periode jeweils nur ein Punkt dieser Kostenfunktion erreicht werden kann.

Eine intensitätsmäßige Anpassung bei konstantem Zeitgrad kann praktisch nicht mehr verwirklicht werden, wenn x und damit auch d unter bestimmte Werte absinken. Die Annahme, die bei konstantem Zeitgrad vorgenommen werden muß, daß bei jeder Beschäftigungsänderung auch eine Intensitätsänderung vorgenommen wird, erscheint unrealistisch. Bei der Optimalleistung d_o sind die Grenzkosten am geringsten. Nur in Ausnahmefällen wird ein verantwortungsbewußter Betriebsleiter mit einer davon abweichenden Intensität arbeiten lassen. Insbesondere wenn die Ausbringung unter die bei Optimalleistung erreichbare absinkt, dürften nur sehr selten Intensitätsänderungen vorgenommen werden. Dem Kurvenabschnitt d_{min} d_o der statischen Kostenfunktion in Abb. 29 kommt daher nur sehr geringe Bedeutung zu. Erst wenn die Ausbringung über x_o hinaus erhöht werden soll, erlangt der Kurvenabschnitt d_o d_4 größere Bedeutung.

Die Kostenfunktionen bei konstanten Intensitätsgraden (zeitliche Anpassung)

Die Voraussetzung, daß sich bei Beschäftigungsänderungen jeweils die Intensitäten ebenfalls kontinuierlich verändern, erscheint für Industriebetriebe als unrealistisch.[1] Wir können im Gegenteil davon ausgehen, daß in Industriebetrieben die Produktion nach Möglichkeit mit optimaler Intensität konstant durchgeführt wird, da hierbei der Faktorverbrauch je Produktionseinheit ein Minimum erreicht, oder auch, weil die gewünschte Produktqualität einen bestimmten Intensitätsgrad erfordert.[2]

Bei dieser Form der Produktion erfolgt die Anpassung an Beschäftigungsschwankungen dergestalt, daß die optimale Intensität beibehalten wird, während die Fertigungszeit von der zur Verfügung stehenden Kalenderzeit nach unten abweichen kann (zeitliche Anpassung), wobei die Ausbringung je Zeiteinheit konstant bleibt. Bei optimaler Intensität kann in dem Beispiel der Abb. 30 maximal die Beschäftigung x_{max} ausgebracht werden. Sollen aber nur x_1 Produkteinheiten erstellt werden, dann verhalten sich

$$\frac{x_1}{x_{max}} = \frac{\text{Fertigungszeit}}{\text{Kalenderzeit}}$$

$$\text{Fertigungszeit} = \frac{x_1}{x_{max}} \cdot \text{Kalenderzeit.}$$

Wird jedoch die Produktion mit konstanter Leistung durchgeführt, dann bedeutet dies, daß der Faktorverbrauch je Einheit

$$\sum_{i}^{n} \sum_{j}^{m} a_{ij} (d_j)$$

konstant ist. Es ergeben sich bei konstanten Faktorpreisen konstante Grenzkosten und damit ein linearer Anstieg der Gesamtkostenkurve, wie er in Abb. 30 dargestellt ist.

---

1) Ausnahmen hiervon können bei Anlaufprozessen auftreten, während derer die Intensität nur langsam an das Optimum herangeführt wird. Vgl. hierzu Kilger, W., a. a. O., S. 64 ff.

2) Vgl. Gutenberg, E., a. a. O., S. 242 ff.

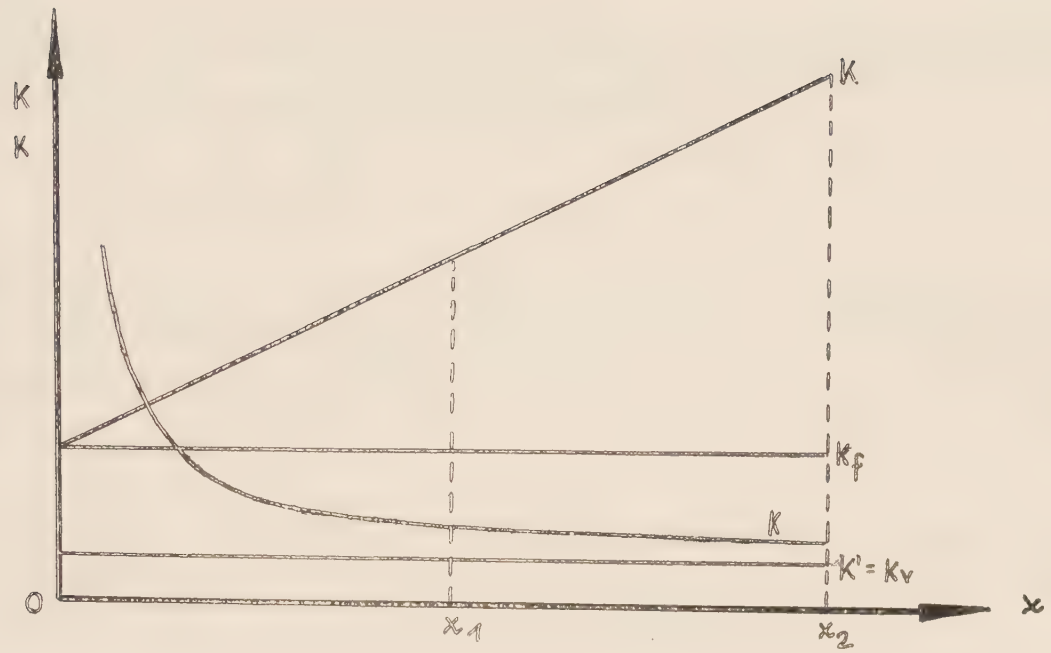


Abb. 30

Bleibt die Leistung konstant und fällt damit die funktionale Beziehung zwischen variablen Stückkosten und Leistung weg, dann besteht allein eine funktionale und zwar lineare Beziehung zwischen Gesamtkosten und Ausbringung:

$$K = K_f + k_v x$$

Die Grenzkosten erhält man, indem die Gesamtkosten nach der Ausbringung differenziert werden:

$$\frac{dK}{dx} = k_v$$

Die Grenzkosten sind bei linearem Anstieg der Gesamtkostenkurve gleich den variablen Stückkosten und konstant über den gesamten Ausbringungsbereich.

Die Stückkosten k übersteigen die Grenzkosten K' um den auf sie nach dem Durchschnittsprinzip verteilten Fixkostenanteil.

$$k = \frac{K_f}{x} + k_v = k_f + k_v$$

Der Fixkostenanteil jeder Produkteinheit verhält sich umgekehrt proportional zur Ausbringung. Die Stückkostenkurve k in Abb. 30 ist eine um die Grenzkosten nach oben verschobene Hyperbel, die sich asymptotisch der Grenzkostenkurve nähert.

Die Kostenfunktion bei konstantem Intensitätsgrad ist ebenfalls eine statische Funktion, d. h. sie ordnet jeder Ausbringung x und damit jedem Zeitgrad t alternativ einen bestimmten Kostenbetrag zu. [1)]

. Die Kostenfunktionen bei variablen Zeit- und Intensitätsgraden

Die beiden zuvor abgehandelten Fälle, daß unabhängig von der Ausbringung entweder der Zeitgrad oder der Intensitätsgrad konstant gehalten wird, sind Sonderfälle, die nicht für alle betrieblichen Situationen ausreichen. Die Unterstellung eines konstanten Zeitgrades entspricht hierbei weniger der betrieblichen Wirklichkeit als die eines konstanten Intensitätsgrades. Soll aber über die bei Optimalleistung erreichbare Maximalleistung hinaus produziert werden, genügt auch diese Modellbetrachtung nicht mehr. Es muß daher untersucht werden, inwiefern sowohl variable Zeitgrade als auch variable Intensitätsgrade den Kostenverlauf beeinflussen.

Weicht die Leistung, mit der produziert wird, von der optimalen Leistung ab, dann erhöht sich der Faktorverbrauch je Produktionseinheit entsprechend dem Funktionsgesetz der Verbrauchsfunktion. Wird mit dieser von der optimalen

---

) Vgl. hier unsere Ausführungen im Abschnitt 353 über die Faktoreinsatzfunktionen bei konstanten Zeitgraden. Alles dort Gesagte gilt analog für die Kostenfunktionen bei konstanten Zeitgraden und könnte hier nur nochmals wiederholt werden.

Intensität abweichenden Leistung während eines bestimmten Zeitraumes konstant produziert, dann ist der Faktorverbrauch je Produktionseinheit zwar höher als vorher, jedoch konstant, solange diese Intensität beibehalten wird. Da der mit den Preisen bewertete Faktorverbrauch, also die Grenzkosten, die Steigung der Gesamtkostenkurve bildet, bedeutet dies, daß als Folge dieser Intensitätsänderung wiederum eine lineare Kostenkurve auftritt, deren Anstieg jedoch gegenüber der Kostenkurve bei optimaler Leistung steiler ist.

In Abb. 31 sind die Kostenkurven für 5 verschiedene Leistungsgrade eingezeichnet. Die mit K_{d_0} gekennzeichnete Kostenkurve entspricht dem Leistungsoptimum. Die Leistungsgrade d_1 bis d_4 weichen von der optimalen Intensität ab. Bei ihnen liegt der Faktorverbrauch je Produktionseinheit höher, und zwar um so höher je größer die Abweichung von der optimalen Leistung ist. Nur solange die Leistungsgrade d_o bis d_4 konstant gehalten werden, verlaufen die ihnen zugeordneten Kostenkurven linear. Entlang diesen Kostenkurven ist jederzeit zeitliche Anpassung möglich.

Ein verantwortungsbewußter Betriebsleiter wird von der optimalen Intensität nur dann abweichend produzieren lassen, wenn dies unumgänglich erforderlich ist, das bedeutet, wenn die Produktion - aus welchen Gründen auch immer - erhöht werden soll. [1)]

In Abb. 32 lassen sich x_o Ausbringungseinheiten bei optimaler Intensität erstellen. Werden im gleichen Zeitraum jedoch x_1 Produkteinheiten benötigt, dann muß mit der höheren Intensität d_1 gearbeitet werden. Entsprechendes gilt für x_2, x_3 und x_4. Was besonders beachtet werden muß, ist jedoch die Tatsache, daß von vornherein mit der für die gewünschte Ausbringung benötigten Intensität gearbeitet werden muß und nicht erst, wenn x_o Produkteinheiten bereits erstellt sind.

---

1) Umgekehrt wird von der optimalen Intensität nach unten nur in seltenen Fällen abgewichen und zwar nur, wenn es sich um ein System technisch starr verbundener Produktionsanlagen handelt, die nicht ohne erhebliche Stillstandskosten oder mit Hilfe zeitlicher und quantitativer Anpassungsprozesse stillgelegt werden können, z. B. Schwefelsäurefabrikation, Koks-erzeugung. Wir wollen daher nur Intensitätserhöhungen untersuchen. Für Intensitätsrückgänge erfolgt der Gang der Untersuchung analog.

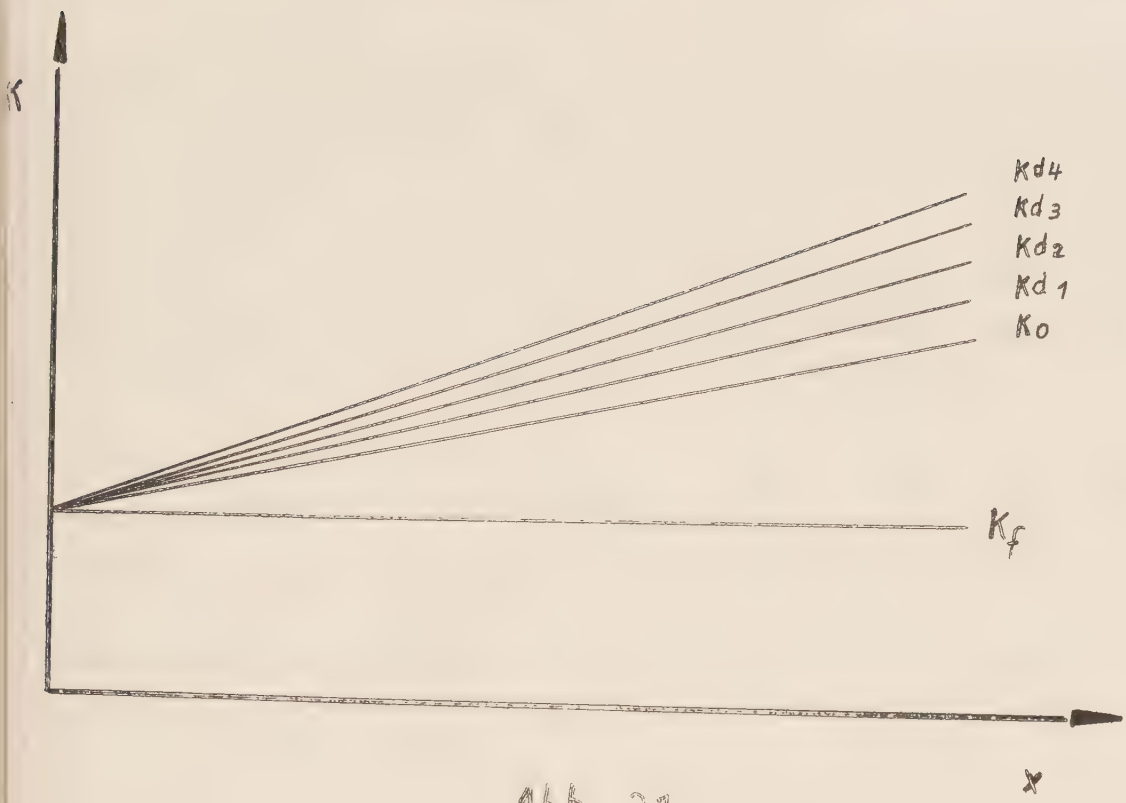


Abb. 31

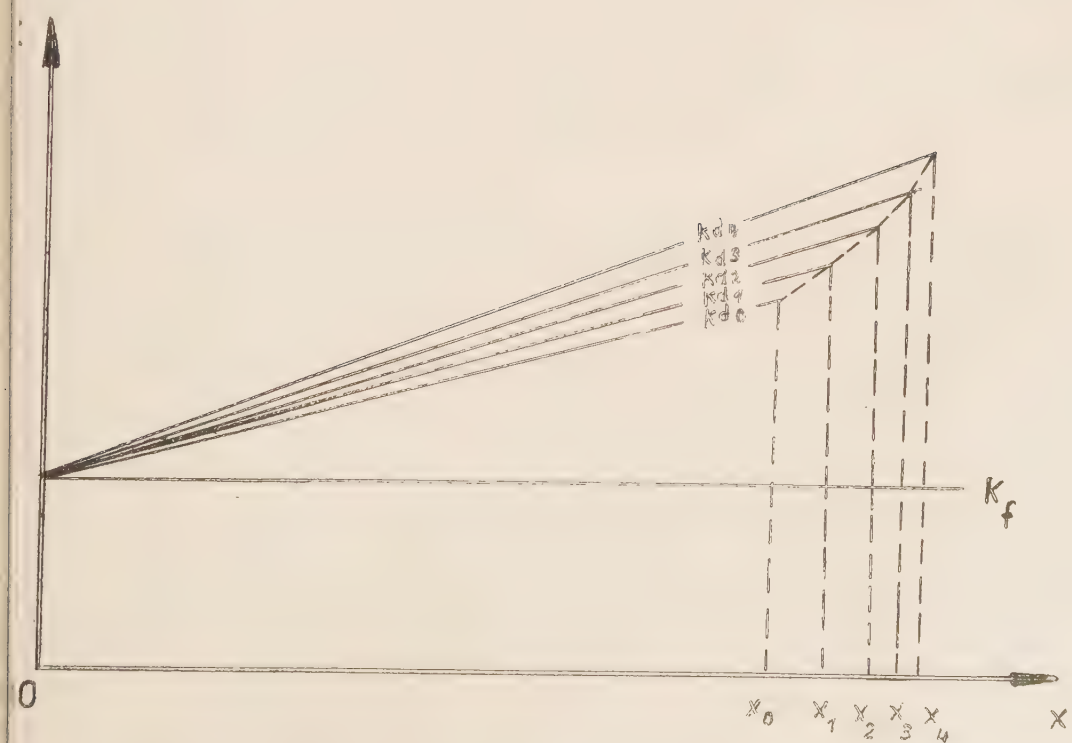


Abb 32

Verbindet man die Endpunkte der Kostenkurven in Abb. 32 miteinander, dann erhält man eine aufgebogene Gesamtkostenkurve, wie sie von GUTENBERG bei der Darstellung der intensitätsmäßigen Anpassung aufgezeigt wurde.[1] Diese Gesamtkostenkurve ist eine statische Kostenkurve, das bedeutet, daß wir nicht entlang dieser aufgebogenen Kostenkurve produzieren können, sondern es läßt sich jeweils nur alternativ für jeweils einen Zeitabschnitt ein Punkt dieser Kurve erreichen.

Die statische Kostenkurve der Abb. 32 zeigt auch für jeden Beschäftigungsgrad die minimalen Kosten. Zwischen 0 und x_o ist eine zeitliche Anpassung entlang der sich bei Optimalintensität ergebenden Kostenkurve wirtschaftlich, muß über x_o hinaus produziert werden, z. B. x_2, dann ist die hierzu erforderliche Minimalintensität d_2; diese ist jedoch zugleich für x_2 die Optimalleistung. Jede über d_2 hinausgehende Leistung z. B. d_4 würde für x_2 höhere Kosten verursachen.

Es muß eindeutig herausgestellt werden, daß sich bei konstanter Intensität jeweils lineare Kostenkurven ergeben, und daß gekrümmte Kostenkurven nur das Resultat der zeichnerischen Verbindung alternativer Kostenkurven oder statische Kostenfunktionen sind, daß nichtlineare Kostenkurven keine für einen einzigen Zeitabschnitt repräsentative Kostenkurven bilden, es sei denn, während eines Produktionszeitraumes wird die Intensität kontinuierlich verändert. Dies ist jedoch mit Ausnahme von Anlaufprozessen kaum zu erwarten, da zumindest kurzfristig die Intensität konstant gehalten wird, und konstante Intensität zieht zwangsläufig lineare Kurvenabschnitte nach sich.

Das für die Gesamtkostenkurve Gesagte gilt entsprechend auch für die Grenzkostenkurve. Wie aus Abb. 33 hervorgeht, stellt auch eine aufgebogene Grenzkostenkurve nichts anderes dar als die Verbindungslinie von Endpunkten alternativer Grenzkostenkurven. Wird die Ausbringung von x_o auf x_1 erhöht, dann beginnen nicht in x_o die Grenzkosten zu steigen, sondern es wird von vornherein mit der für die Ausbringung x_1 erforderlichen Intensität gearbeitet, so daß die Grenzkosten von der Ausbringung 0 bis x_1 konstant sind, selbstverständlich aber über den für die Ausbringung x_o erforderlichen Grenzkosten liegen. Die aufgebogene Grenzkostenkurve der Abb. 33 ist eine statische Grenzkostenfunktion. Sie gibt zugleich für jeden Beschäftigungs-

---

[1]) Vgl. Gutenberg, E., a. a. O., S. 242 ff.

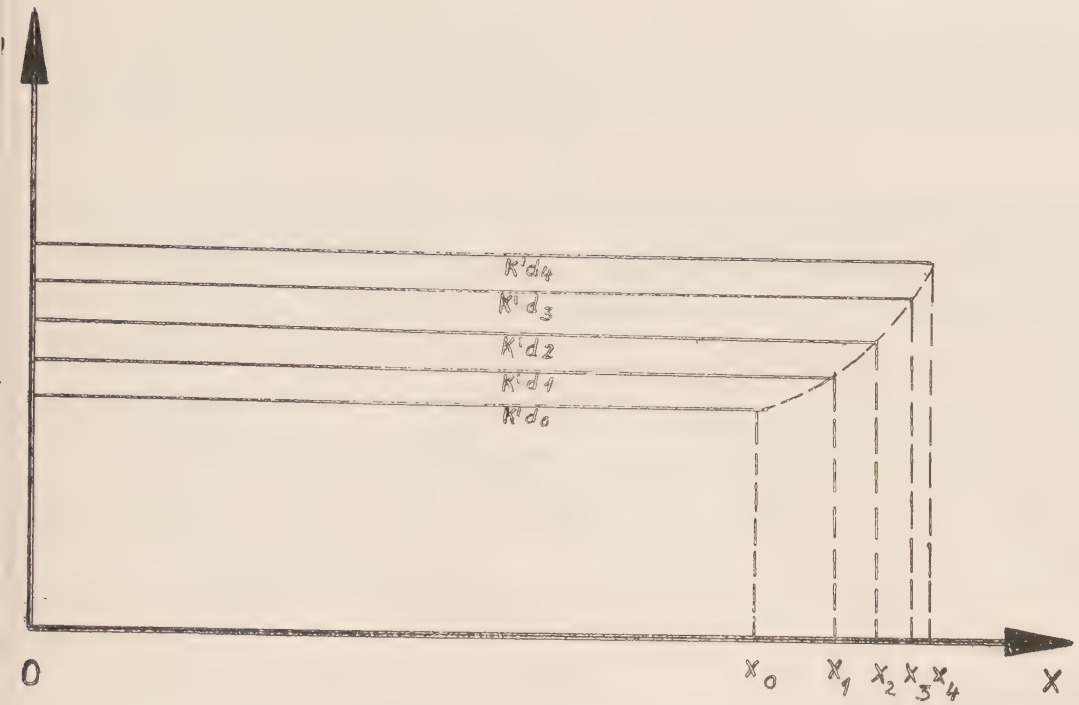


Abb. 33

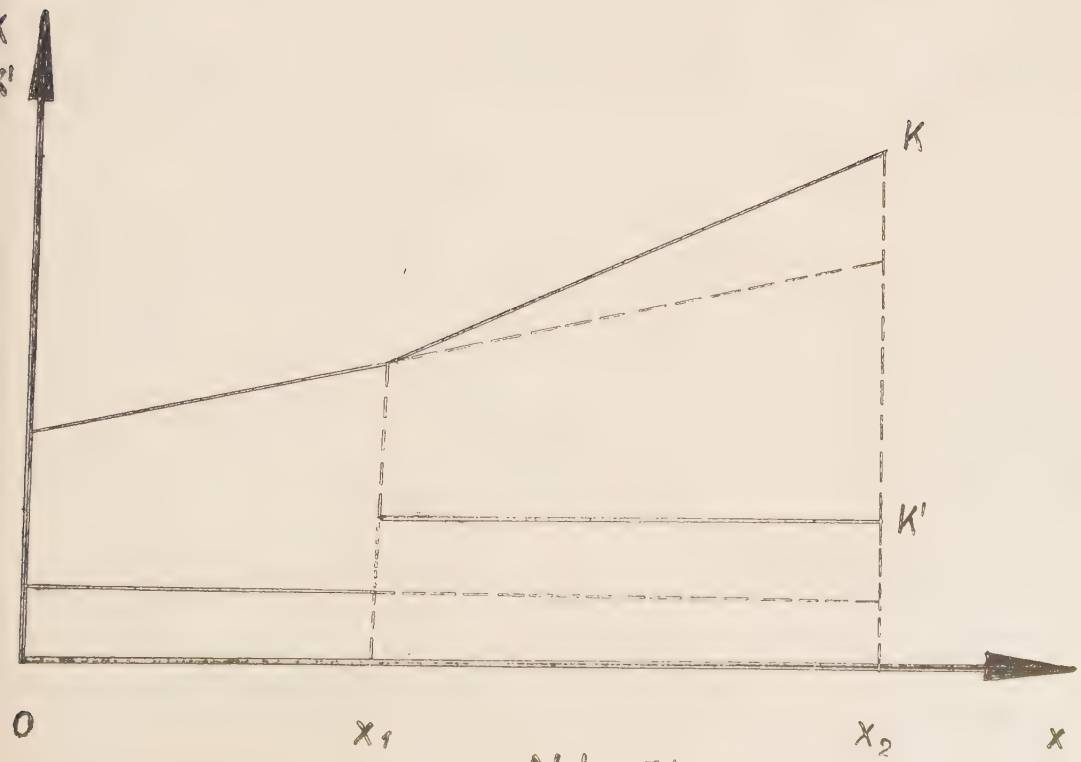


Abb. 34

grad die minimalen Grenzkosten an. Die über x_o hinausgehenden linearen Grenzkostenkurven beziehen sich nur auf eine Produktionsperiode.

In dem System der Kostenkurven lassen sich auch Intensitätsänderungen während des zugrunde gelegten Zeitraumes berücksichtigen. In dem Beispiel der Abb. 34 wird bis zur Ausbringung x_1 mit optimaler Intensität gearbeitet. Es zeigt sich, daß die erforderliche Beschäftigung höher als geplant sein soll. Dies wird ermöglicht, indem zwischen x_1 und x_3 mit erhöhter Intensität produziert wird. Die Gesamtkostenkurve verläuft ab x_1 steiler, aber solange d_2 beibehalten wird, linear. Die Grenzkostenkurve biegt sich nicht auf, sondern macht in x_1 einen Sprung und verläuft parallel nach oben verschoben von x_1 bis x_2 konstant weiter.

In gleicher Weise lassen sich auch drei oder mehr Intensitätsänderungen berücksichtigen. Das Steigungsmaß der Gesamtkostenkurve wird sich bei jeder Intensitätsvariation ändern, aber solange eine bestimmte Intensität beibehalten wird, unverändert linear ansteigen, die Grenzkostenkurve wird sich parallel zur Abszisse verschieben.

Derselbe Effekt des Knickes in der Gesamtkostenkurve, wie es Abb. 34 zeigt, kann auch bei konstanten Intensitäten beobachtet werden, und zwar dann, wenn die bisher als konstant angenommenen Faktorpreise sich bei x_1 erhöhen; so können z. B. bei zeitlicher Anpassung, wenn über x_1 hinaus produziert werden soll, Überstundenzuschläge auf die Arbeitslöhne hinzukommen.[1)]

---

1) Vgl. auch Kilger, W., a. a. O., S. 95

Die empirische Ermittlung von Kostenfunktionen mit Hilfe von Verbrauchsfunktionen (praktisches Beispiel) [1)]

In den vorangehenden Kapiteln haben wir die Theorie der Verbrauchsfunktionen behandelt und gezeigt, auf welche Weise sich aus dem System der Verbrauchsfunktionen theoretische Kostenfunktionen ableiten lassen.

Da die Theorie der Verbrauchsfunktionen noch ein relativ junges Gebiet der Kostentheorie darstellt, wurde bisher noch nicht der Versuch unternommen, den Verlauf der Verbrauchsfunktionen empirisch zu untersuchen. Im Vordergrund der Betrachtung haben in den ersten Jahren, in denen diese Theorie von GUTENBERG entwickelt wurde, zweifellos Verbrauchsfunktionen gestanden, die sich auf den Energieverbrauch bzw. den Kraftstoffverbrauch von Antriebsaggregaten erstrecken und für die ein U-förmiger Verlauf angenommen werden kann, da ähnliche Funktionen in der Technik bereits als Wirkungsgradkurven bekannt geworden sind. Für die Mehrzahl aller übrigen Produktionsfaktoren fehlen dagegen empirische Untersuchungen über den Verlauf von Verbrauchsfunktionen völlig. Dies gilt insbesondere für die Abschreibung, die Reparaturkosten, den Hilfs- und Betriebsstoffverbrauch und den Werkzeugverbrauch.

Auch im Rahmen dieser Arbeit würde es zu weit führen, den Versuch zu unternehmen, die Theorie der Verbrauchsfunktionen durch eine umfangreiche empirische Untersuchung verifizieren zu wollen. Wir beschränken uns darauf, für eine bestimmte Fertigungskostenstelle den Verlauf der Verbrauchsfunktionen, der Faktoreinsatzfunktionen und der Kosten anhand empirischer Unterlagen zu untersuchen.

Bei diesem Fertigungsbereich handelt es sich um 10 Traubautomaten mit einem Spindeldurchgang bis zu 20 mm. Diese Automaten bilden eine Maschinengruppe, in der aus Rundmaterial Rollen und Walzen verschiedener Dimensionen hergestellt werden. Die Maschinen können mit unterschiedlichen Intensitäten arbeiten. Als Maßgröße für die Intensität wollen wir die Umdrehungen pro Minute (d) bezeichnen. d kann nicht kontinuierlich variiert werden,

---

1) Das Zahlenmaterial für das empirische Beispiel wurde uns dankenswerterweise von Herrn Prof. Dr. W. Kilger zugänglich gemacht. Die Kostenangaben weichen etwas von den effektiven Werten ab, da diese nicht angegeben werden dürfen.

da die Drehzahl durch eine Veränderung der Antriebsübersetzung erhöht oder vermindert wird. Es sind folgende Umdrehungszahlen pro Minute möglich: 700, 900, 1100, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300. Die Optimalintensität, d. h. also die optimale Laufgeschwindigkeit eines Traubautomaten hängt nicht allein von der Maschine ab, sondern wird weitgehend von der Festigkeit und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Stahls beeinflußt.

$$d = f \text{ (Festigkeit, Materialdurchmesser)}$$

Die Festigkeit des zu bearbeitenden Materials liegt in dem von uns betrachteten Fertigungsbereich zwischen 40 und 80 kg/cm^2. Die Mehrzahl der Produkte besteht aber aus Stahl mit der Festigkeit 40 kg/cm^2. Wir wollen daher zur Vereinfachung bei unseren weiteren Ausführungen von einer konstanten Stahlqualität ausgehen.

$$d = f \text{ (const., Materialdurchmesser)}$$

Es sei jedoch an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß mit der Abhängigkeit der Optimalintensität von Eigenschaften des zu bearbeitenden Kostenträgers ein Problem aufgetaucht ist, das bisher in der Theorie der Verbrauchsfunktionen noch nicht berücksichtigt wurde. Um die Theorie der Verbrauchsfunktionen wirklichkeitsnäher gestalten zu können, muß dieses Problem in Zukunft unbedingt in die Betrachtung einbezogen werden.

In Abhängigkeit von dem Durchmesser D des zu bearbeitenden Materials läßt sich die Optimalintensität bzw. die optimale Drehzahl d_o wie folgt errechnen:

Die Schnittgeschwindigkeit v ist gleich dem Produkt aus dem Materialumfang (= D . 3,14) und der Drehzahl d, so daß wir folgende Formel erhalten:

$$v = D \cdot 3{,}14 \cdot d$$

Für eine bestimmte Materialfestigkeit läßt sich aber anhand technischer Tabellen die optimale Schnittgeschwindigkeit bezogen auf den Werkzeugverbrauch feststellen, so daß in der obigen Formel v ebenfalls eine konstante

Größe ergibt. Für eine Materialfestigkeit von 40 kg/cm^2 beträgt v z. B. 60 m/Min. Lösen wir die obige Gleichung nach d auf, dann erhalten wir:

$$d = \frac{v \cdot 1000}{D \cdot 3,14}$$

Der Faktor 1000 ist darauf zurückzuführen, daß die Schnittgeschwindigkeit in üblicher Weise in m/Min., der Durchmesser dagegen in mm angegeben wird. Für einen Bolzen oder eine Rolle mit 12 mm Außendurchmesser erhalten wir daher bei einer Materialfestigkeit von 40 kg/cm^2 die folgende optimale Drehzahl:

$$d_o = \frac{60 \cdot 1000}{12 \cdot 3,14} = 1590 \text{ Umdrehungen/Min.}$$

Diese Drehzahl läßt sich jedoch nicht genau realisieren, an ihrer Stelle wird die Drehzahl 1600 Umdrehungen/Min. gewählt.

Um den Verlauf der Verbrauchsfunktionen der Traubautomaten feststellen zu können, wollen wir aus Vereinfachungsgründen in unsere Betrachtung die Annahme einfügen, daß während des Betrachtungszeitraumes nur gleichartige Kostenträger mit dem gleichen Außendurchmesser von 12 mm bearbeitet werden. [1)] Für Kostenträger mit davon abweichendem Außendurchmesser gelten unsere Ausführungen analog in entsprechender Weise. Die Fragestellung lautet nun wie folgt: Wie verändern sich die Faktoreinsatzmengen je Produktionseinheit in der Fertigungsstelle Traubautomaten, wenn man - sei es aus terminlichen oder aus sonstigen Gründen - von der oben errechneten optimalen Intensität d_o abweicht?

In dem Fertigungsbereich Traubautomaten sollen in 2000 Maschinenstunden 60.000 Bolzen hergestellt werden. Es sollen nunmehr die eingesetzten Produktionsfaktoren (Da nur die Fertigungskosten ermittelt werden, ist das Fertigungsmaterial, das sich jedoch proportional zur Ausbringung verhält, nicht in die Untersuchung mit einbezogen) im einzelnen betrachtet werden.

---

1) Bei Kostenträgern mit gleichem Außendurchmesser aber im übrigen unterschiedlichen Dimensionen können die heterogenen Produkte gleichen Durchmessers mit Hilfe der Planmaschinenlaufzeiten auf eine gemeinsame Bezugsgröße umgerechnet werden.

1. Bedienungsarbeit: Die 10 Automaten werden von 2 Akkordarbeitern bedient, das Bedienungsverhältnis ist 1 : 5, d. h. 1 Arbeiter bedient 5 Maschinen. Hierbei ist der Akkord so gestaltet, daß die Vorgabezeiten zu den Planmaschinenlaufstunden und damit zur Stückzahl proportional verlaufen. Dies liegt darin begründet, daß die Neben und Einstellzeiten ein annäherungsweise konstantes Verhältnis zur Maschinenlaufzeit aufweisen, da die Seriengrößen relativ konstant sind. Der Rüstzeitprozentsatz gibt an, wieviel Prozent der Bedienungszeit auf Einrichten und sonstige Stillstandszeiten entfallen und beträgt 35 %. Der Lohnsatz je Stunde beträgt 2,50 DM. Hierauf entfallen weiterhin 33 % Sozialaufwendungen (gesetzliche, freiwillige und Kosten der Sozialstellen), so daß der Bruttolohnsatz 3,33 DM beträgt. Unter Berücksichtigung des Rüstzeitprozentsatzes entfallen auf ein Stück (2.000 Stunden = 120.000 Minuten, 60.000 Stück, Rüstzeitprozentsatz 35 %, Bedienungsverhältnis 1 : 5)

$$u_1 = \frac{120.000}{60.000} \cdot (1 + 0{,}35) \cdot \frac{1}{5}$$

$$= 0{,}54 \text{ Min./Stück.}$$

Bewerten wir den Faktorverbrauch mit dem Faktorpreis, dann erhalten wir die monetäre Verbrauchsfunktion. Da für einige Produktionsfaktoren der Faktorverbrauch in Geldeinheiten angegeben werden muß (z. B. Abschreibungen, Zinsen), soll dies aus Einheitlichkeitsgründen auch für die übrigen Produktionsfaktoren geschehen.

$$u_1 = 0{,}54 \cdot \frac{3{,}33}{60} = 0{,}03 \text{ DM/Stück bei Optimalleistung}$$

Abb. 35 a zeigt die Verbrauchsfunktion für die Bedienungsarbeit. Oberhalb der Normalleistung d_o verläuft sie parallel zur Abszisse. Unterhalb der Normalleistung biegt sie sich nach oben auf. Da die Akkordzeiten nämlich auf der Basis der Normalintensitäten festgelegt sind, wird der Arbeiter bei Untertourung im Zeitlohn bezahlt, so daß die Verbrauchsfunktion hyperbelförmig ansteigt.

2. Hilfsarbeit für Maschinenpflege und Putzen: Unabhängig von der Leistung fällt monatlich ein fixer Faktorverbrauch von 20 Stunden an. Der Stundensatz für Hilfsarbeit beträgt 1,80 DM. Hinzu kommt der Sozialzuschlag von 33 %. Es ergeben sich also fixe Kosten in Höhe von 20 x 2,40 DM = 48,-- DM. Es läßt sich keine Verbrauchsfunktion aufstellen.

3. Hilfsarbeit für Spänefahren und Aussortieren: Die Hilfsarbeiter für Spänefahren und Aussortieren arbeiten im Akkord, und zwar wird der Akkord auf der Basis des abgelieferten Spangewichtes errechnet. Bei Normalleistung entfallen auf jeweils 1000 Stück 100 Arbeitsminuten für Spänefahren und Aussortieren, also

$$u_3 = 0{,}1 \text{ Min./Stück}$$

oder umgerechnet in Geldeinheiten

$$u_3 = 0{,}1 \cdot \frac{2{,}40}{60} = 0{,}004 \text{ DM/Stück.}$$

Abb. 35 b zeigt die dazugehörige Verbrauchsfunktion. Da eine proportionale Beziehung zwischen Spangewicht und Intensität besteht, ist die Verbrauchsfunktion leistungsunabhängig; sie ist eine Konstante. Da der Hilfsarbeiter noch in mehreren anderen Fertigungsbereichen eingesetzt werden kann, bleibt hier die Verbrauchsfunktion auch für niedrige Leistungsgrade konstant.

4. Gehälter: Auf die Betreuung des Fertigungsbereiches Traubautomaten entfällt ein Drittel der Arbeitsleistung eines Werkmeisters. Dies entspricht einer fixen Arbeitsleistung von 1/3 Monat bzw. 200,-- DM + 20 % Sozialaufwendungen = 240,-- DM fixe Kosten. Es läßt sich keine Verbrauchsfunktion aufstellen.

5. Hilfswerkzeuge: Für Hämmer, Schraubenzieher, Meßwerkzeuge und Spannzangen entsteht monatlich ein fixer Verschleiß von 5,-- DM, da diese Werkzeuge nur in sehr geringem Maß dem Gebrauchsverschleiß unterworfen sind. Die Ermittlung einer Verbrauchsfunktion entfällt daher.

6. Maschinenwerkzeuge: Als Maschinenwerkzeuge werden Drehstähle und Spiralbohrer verbraucht. Da für die einzelnen Produktarten Drehstähle und Bohrer verschiedener Dimensionen eingesetzt werden müssen, läßt sich ein mengenmäßiger Verbrauch bezogen auf die Ausbringung b nicht angeben. Wir wollen daher beim Werkzeugverschleiß unmittelbar die monetäre Verbrauchsfunktion darstellen. Kostenstatistische Untersuchungen haben gezeigt, daß bei Realisierung der Optimalintensität pro Maschinenstunde 0,12 DM = 0,002 DM/Min. = 0,004 DM/Stück anfallen.

$$u_6 = 0{,}004 \text{ DM/Stück bei Normalleistung.}$$

Weitere Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß sich bereits bei einer Erhöhung der Intensität von 1600 auf 1800 Umdrehungen/Min. die Standzeit der Werkzeuge, d. h. die Zeit vom ersten Einsatz bis zum Nachschleifen, von durchschnittlich 6 Stunden auf durchschnittlich 3 Stunden verkürzt. Hierdurch werden die Kosten für den Werkzeugverschleiß verdoppelt. Da andererseits durch die erhöhte Intensität die Ausbringung um 12,5 % steigt, nehmen die Werkzeugkosten auf 0,004 . 2 : 1,125 = 0,0071 DM/Stück zu. Wird die Intensität auf 2.000 Touren, also um 25 % gesteigert, dann geht die Standzeit von 6 Stunden auf 1,5 Stunden zurück, die Werkzeugkosten steigen auf 0,004 . 4 : 1,25 = 0,0128 DM/Stück. Würde die Intensität um eine weitere Stufe, also auf 2,300 Umdrehungen erhöht, dann würden sich die Maschinenwerkzeuge so stark erhitzen, daß sie sich festfressen und verglühen. Hieraus folgt, daß die monetäre Verbrauchsfunktion für Maschinenwerkzeuge rechts vom Optimum einen stark progressiv ansteigenden Verlauf nimmt. Links vom Optimum wurde der Verschleiß im einzelnen nicht untersucht. Es besteht aber die Vermutung, daß die Werkzeugkosten je Stück entweder gleichbleiben oder geringfügig fallen. In der Abb. 35 c wurde die Verbrauchsfunktion links vom Optimum konstant eingezeichnet.

7. Hilfs- und Betriebsstoffe: Hierunter fallen Öle und Kühlmittel. Bei Normalleistung beträgt der Stundenverbrauch 0,06 DM = 0,001 DM/Min. = 0,002 DM/Stück.

$$u_7 = 0{,}002 \text{ DM/Stück bei Normalleistung}$$

Die Verbrauchsfunktion biegt sich rechts vom Optimum ebenfalls auf, jedoch gegenüber dem Werkzeugverschleiß in abgeschwächter Form. Links vom Optimum gilt dasselbe, was für den Werkzeugverschleiß gesagt wurde; sie wurde horizontal zur Abszisse eingezeichnet. (Abb. 35 d)

8. Reinigungs- und Schmiermittel: Für die Oberflächenbehandlung der Aggregate fallen monatlich 20,-- DM fix an. Es erübrigt sich daher eine Verbrauchsfunktion zu ermitteln.

9. Reparatur- und Instandhaltung für den Gebrauchsverschleiß: Kostenstatistische Untersuchungen haben gezeigt, daß bei Normalintensität auf die Maschinenstunde 0,06 DM Reparatur- und Instandhaltungskosten entfallen, auf ein Stück also 0,002 DM.

$$u_9 = 0{,}002 \text{ DM/Stück bei Normalleistung}$$

Infolge starker Beanspruchung der Lager und Schlitten sowie aller sonstigen beweglichen Maschinenteile nimmt bei einer Erhöhung der Intensität der Reparaturanfall zu. Von wo an die Verbrauchsfunktion aufbiegt, konnte nicht genau ermittelt werden, wahrscheinlich liegt dieser Punkt jedoch über 1800 Umdrehungen. Diese Annahme beruht jedoch auf einer Schätzung und ist unsicher. Ob die monetäre Verbrauchsfunktion links vom Optimum wiederum aufbiegt, ist auch zweifelhaft, denn da die Intensität über das Übersetzungsverhältnis reduziert wird, tritt nicht derselbe Effekt wie bei der Untertourung einer Verbrennungskraftmaschine ein. In Abb. 35 e wurde die Verbrauchsfunktion links vom Optimum horizontal eingezeichnet, es soll jedoch nochmals hervorgehoben werden, daß diese Annahme fehlerhaft sein kann.

10. Reparatur und Instandhaltung für den Zeitverschleiß: Unabhängig von der Beschäftigung fallen monatlich 10,-- DM Reparatur- und Instandhaltungskosten fix an, denn die elektrische Ausrüstung der Maschinen oxydiert auch, wenn diese nicht gebraucht werden, und muß daher in regelmäßigen Abständen zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft ausgebaut werden. Eine Verbrauchsfunktion wird nicht erstellt.

11. Abschreibungen für den Gebrauchsverschleiß: Der Anschaffungspreis eines Traubautomaten beträgt 6.000,-- DM, der 10 Traubautomaten also 60.000,-- DM. Bei Normalleistung erstreckt sich die Nutzungsdauer über 240 Monate, so daß auf einen Monat 250,-- DM Abschreibung entfallen. Hiervon sind 210,-- DM durch den Gebrauchsverschleiß bedingt = 0,105 DM/Stunde = 0,0035 DM/Stück.

$$u_{11} = 0{,}0035 \text{ DM/Stück bei Normalleistung}$$

Der Verlauf der Verbrauchsfunktion ist praktisch noch nicht erforscht, es gilt dasselbe, was für den Gebrauchsverschleiß bei Reparatur- und Instandhaltungsaufwendungen bereits gesagt wurde. Jedoch dürfte die Verbrauchsfunktion für die Gebrauchsabschreibung dieselbe Form aufweisen wie die der Reparaturen. In Abb. 35 f wurde sie daher entsprechend eingezeichnet.

12. Abschreibungen für den Zeitverschleiß: Die restlichen 40,-- DM werden monatlich fix angesetzt als Sicherheit gegen den Zeitverschleiß, der auch dann eintritt, wenn nicht produziert wird. Eine Verbrauchsfunktion hierher läßt sich nicht ermitteln.

13. Kalkulatorische Zinsen: Die Zinsen stellen Fixkosten dar und ermitteln sich bei einem Zinssatz von 6 % wie folgt:

$$\text{Zinsen} = 1/2 \cdot 60.000 \cdot 1/12 \cdot 0{,}06$$
$$= 150{,}-- \text{ DM/Monat.}$$

Eine Verbrauchsfunktion entfällt.

14. Raumkosten: Die Raumkosten stellen ebenfalls Fixkosten dar. Bei einer Grundfläche der Fertigungsstelle von 160 qm und einem Kostensatz von 2,50 DM/qm fallen 400,-- DM fixe Raumkosten an. Eine Verbrauchsfunktion erübrigt sich.

15. Stromverbrauch: Die in den Traubautomaten installierte Kilowattzahl beträgt 1,8, der Stromverbrauchsfaktor 0,7, so daß je Maschinenstunde 1,26 kwh verbraucht werden, in 2.000 Maschinenstunden also 2.520 kwh.

Bei einem Kilowattpreis von 0,12 DM ergibt dies 302,40 DM = 0,005 DM/Stück.

u_{15} = 0,005 DM/Stück bei Normalleistung

Für den Stromverbrauch wurden in der Technik Wirkungsgradkurven ermittelt, die eindeutig U-förmig verlaufen. Abb. 35 gg zeigt die Verbrauchsfunktion für den Stromverbrauch eines Traubautomaten. Die Verbrauchsfunktion biegt sich links und rechts vom Optimum auf.

16. Leitungsanteil: Für Betriebsleitung, Arbeitsvorbereitung und Kontrolle fällt monatlich ein fixer Leitungsanteil in Höhe von 1.180,-- DM an. Eine Verbrauchsfunktion erübrigt sich.

Abb. 36 zeigt die monetären Faktoreinsatzfunktionen, die aus den monetären Verbrauchsfunktionen der Abb. 35 abgeleitet worden sind, und zwar wurden die Faktoreinsatzfunktionen für die Intensitätsgrade d_1 = 1400, d_2 = 1600, d_3 = 1800 und d_4 = 2000 Umdrehungen/Min. ermittelt, wobei jeweils die Intensitäten von 0 bis 60.000 Ausbringungseinheiten konstant gehalten wurden. Die Faktoreinsatzfunktionen geben jeweils an, wie der Faktorverbrauch mit steigender Ausbringung b zunimmt. Der Anstieg einer beliebigen Faktoreinsatzfunktion wird bestimmt durch den Faktorverbrauch/Einheit. Da bei gleichbleibender Intensität dieser Wert konstant bleibt, steigt die Faktoreinsatzfunktion linear an. Da die Faktoreinsatzmengen des empirischen Beispiels bereits mit ihren Faktorpreisen bewertet wurden, stellen die Faktoreinsatzfunktionen nichts anderes dar als die Kostenarten der Kostenstelle Traubautomaten. Bei der graphischen Darstellung der Faktoreinsatzfunktionen wurde für jedes Koordinatensystem die maßstäbliche Unterteilung der Ordinate so gewählt, daß jeweils die Unterschiede zwischen Faktoreinsatzfunktionen bei unterschiedlichen Intensitätsgraden deutlich wurden. Die einzelnen Faktoreinsatzfunktionen sollen nun kurz einer Betrachtung unterzogen werden:

1. Bedienungsarbeit: Für die Intensitätsgrade d_2, d_3 und d_4 fallen in Abb. 36 a die Faktoreinsatzfunktionen für die Bedienung zusammen, da bei diesen Leistungsgraden der Faktorverbrauch leistungsunabhängig ist. Geht die Leistung aber auf 1400 Umdrehungen/Min. zurück, steigt der Faktorverbrauch je Einheit von 0,03 DM auf 0,0343 DM, da bei Unter-

tourung der Akkordlohn durch den Zeitlohn ersetzt wird. d_1 liegt also über d_2, d_3 und d_4.

3. Hilfsarbeit für Spänefahren und Aussortieren: Die Verbrauchsfunktion für Hilfsarbeit (Spänefahren und Aussortieren) ist leistungsunabhängig, das bedeutet, daß die Faktoreinsatzfunktionen für alle Leistungsgrade identisch sind. Abb. 36 b zeigt daher nur eine Faktoreinsatzfunktion, die für die Intensitäten d_1, d_2, d_3, und d_4, Gültigkeit besitzt.

6. Maschinenwerkzeuge: In Abb. 36 c sind die Faktoreinsatzfunktionen für Maschinenwerkzeuge dargestellt. Für d_1 und d_2 fallen die Faktoreinsatzfunktionen zusammen. Bei d_3 steigt der Anstieg von 0,004 auf 0,0071 und für d_4 sogar auf 0,0128. Die Maschinenwerkzeuge sind diejenige Faktorart, welche bei einer Erhöhung der Intensität über die Normalleistung hinaus am stärksten beeinflußt werden. Daher ist auch der Anstieg von d_4 mehr als dreifach so groß als der von d_2 oder d_1.

7. Hilfs- und Betriebsstoffe: Einen ähnlichen Verlauf wie die Verbrauchsfunktion für Maschinenwerkzeuge, jedoch in abgeschwächter Form, nimmt die Verbrauchsfunktion für Hilfs- und Betriebsstoffe. Die zugehörigen Faktoreinsatzfunktionen der Abb. 36 d fallen für die Intensitätsgrade d_1 und d_2 zusammen. Bei d_3 nimmt der Anstieg der Faktoreinsatzfunktion von 0,002 auf 0,0024 und für d_4 sogar auf 0,0034 zu.

9. Reparatur- und Instandhaltung für den Gebrauchsverschleiß: Abb. 36 e zeigt, daß die Faktoreinsatzfunktionen für d_1, d_2 und d_3 identisch sind. Nur für d_4 ist der Faktorverbrauch je Einheit mit 0,0025 DM gegenüber 0,002 DM höher, so daß die zugehörige Faktoreinsatzfunktion um 25 % steiler verläuft.

11. Abschreibungen für den Gebrauchsverschleiß: Abb. 36 f weist gegenüber Abb. 36 e starke Ähnlichkeit auf. Wiederum fallen die Faktoreinsatzfunktionen für d_1, d_2 und d_3 zusammen, während d_4 wegen Zunahme von u_{11} auf 0,0045 DM gegenüber 0,0035 DM für d_1 bis d_3 stärker ansteigt.

15. Stromverbrauch: Abb. 36 g ist das einzige Schaubild unseres empirischen Beispiels, das für jeden eingezeichneten Intensitätsgrad eine unter-

schiedliche Faktoreinsatzfunktion ausweist. Da bei d_2 das Optimum der Verbrauchsfunktion mit 0,005 DM/Stück liegt, ist die Faktoreinsatzfunktion für d_2 am flachsten. d_3 mit 0,0052 DM/Stück weicht nur wenig vom Optimum ab. Einen steileren Anstieg mit 0,0055 zeigt d_3 und am steilsten verläuft die Faktoreinsatzfunktion für d_4 mit 0,0061.

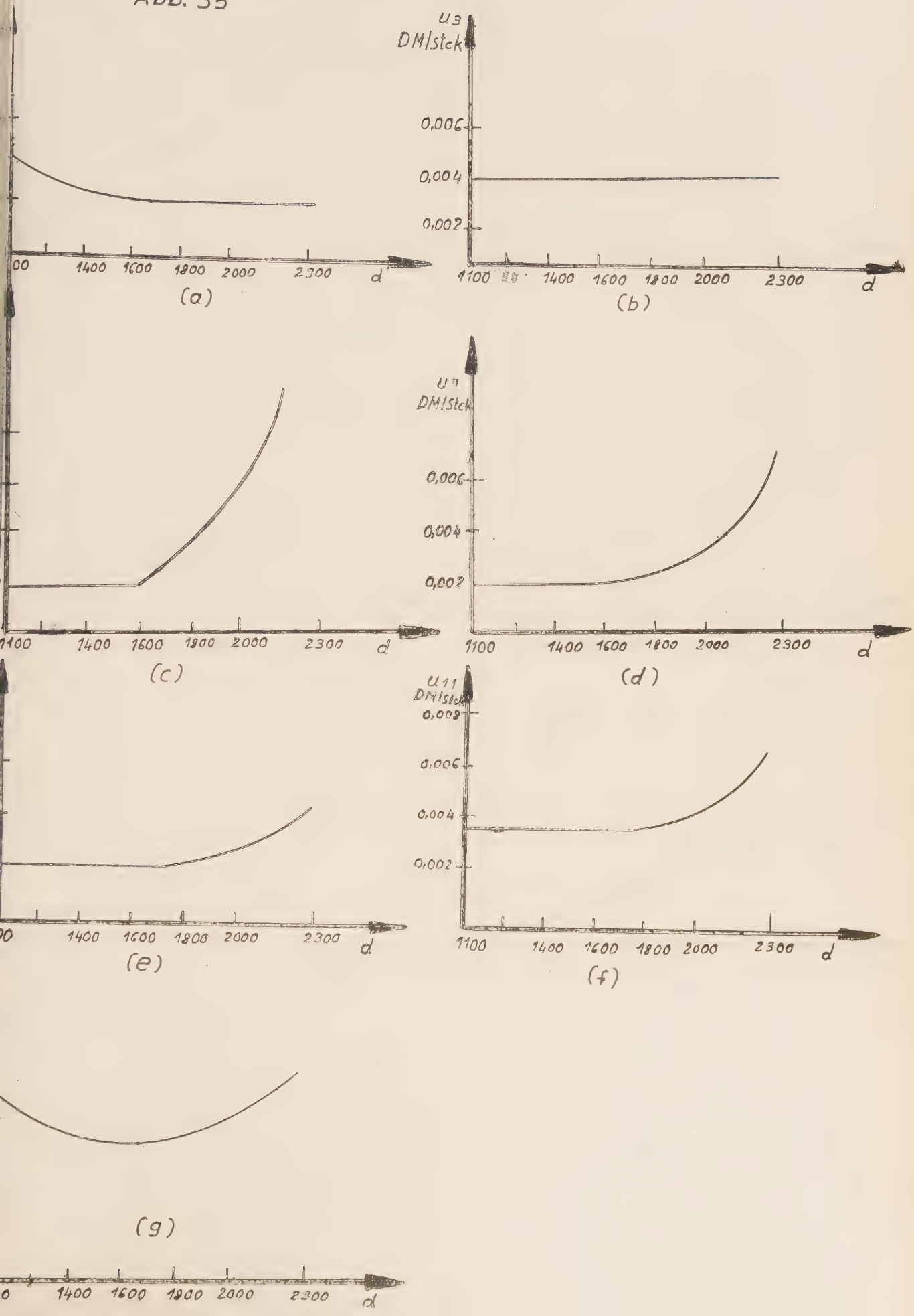
Da die Faktoreinsatzfunktionen in unserem Beispiel bereits mit ihren Preisen bewertet sind, bildet ihre Summe die variablen Fertigungskosten der Kostenstelle Traubautomaten. Die fixen Kosten betragen 2.093,-- DM, die variablen Kosten für eine Beschäftigung von 60.000 Stück bei 1400 Touren 3.318,-- DM, bei 1600 Touren 3.030,-- DM, bei 1800 Touren 3.252,-- DM und schließlich bei 2000 Touren 3.798,-- DM.

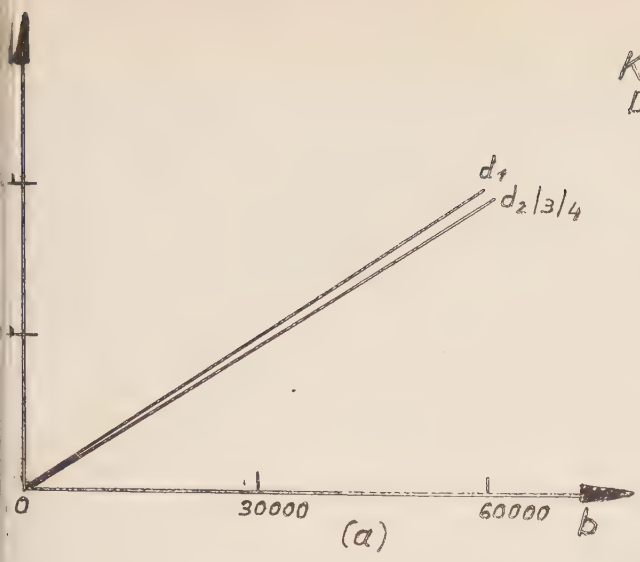
In Abb. 37 sind die Kostenfunktionen für die angegebenen 4 Intensitätsgrade eingezeichnet. Die Produktion erfolgt am kostengünstigsten, wenn die Maschinen mit 1600 Umdrehungen/Min. arbeiten. Die variablen Stückkosten betragen hierfür 0,0505 DM. Bei 1800 Umdrehungen/Min. erhöhen sie sich auf 0,0542 DM/Stück und bei 2000 Umdrehungen/Min. sogar auf 0,0633 DM/Stück, also um 25 % gegenüber der Intensität d_2. Wird die Tourenzahl auf weniger als 1400 Touren herabgesetzt, dann steigen die variablen Stückkosten auf 0,0553 DM, also um ca. 10 % gegenüber d_2. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über den Faktorverbrauch jedes einzelnen Produktionsfaktors bei 1400, 1600, 1800 und 2000 Umdrehungen/Min. für 1 und 60.000 Stück, sowie über die variablen Stückkosten, die variablen Fertigungskosten und die gesamten Fertigungskosten.

Produktionsfaktor	Funktion in Abb. 35 u. 36	1 a	1 b	2 a	2 b	3 a	3 b	4 a	4 b
Bedienungsarbeit	a	0,0343	2.058	0,03	1.800	0,03	1.800	0,03	1.800
Hilfsarbeit für Spänefahren u. Aussortieren	b	0,004	240	0,004	240	0,004	240	0,004	240
Maschinenwerkzeuge	c	0,004	240	0,004	240	0,0071	426	0,0128	768
Hilfs- und Betriebsstoffe	d	0,002	120	0,002	120	0,0024	144	0,0034	204
Rep. u. Instandhaltung f. d. Gebrauchsverschl.	e	0,002	120	0,002	120	0,002	120	0,0025	150
Abschreibungen für den Gebrauchsverschleiß	f	0,0035	210	0,0035	210	0,0035	210	0,0045	270
Stromverbrauch	g	0,0055	330	0,005	300	0,0052	312	0,0061	366
S u m m e		0,0553	3.318	0,0505	3.030	0,0542	3.252	0,0633	3.798
- fixe Kosten		0,0349	2.093	0,0349	2.093	0,0349	2.093	0,0349	2.093
Gesamte Fertigungskosten		0,0902	5.411	0,0854	5.123	0,0891	5.345	0,0982	5.891

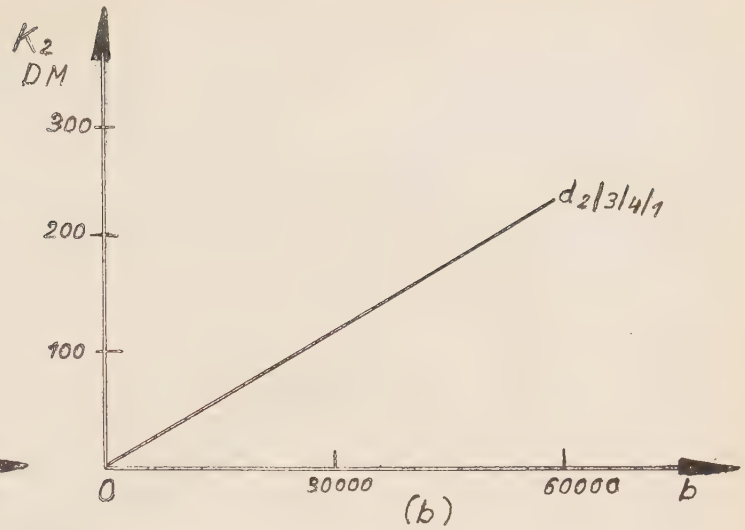
Spalte 1 a = Kosten für 1 Stück bei 1400 Umdrehungen/Min. in DM
" 1 b = " " 60.000 " " " " " " "
" 2 a = " " 1 " " 1600 " " " "
" 2 b = " " 60.000 " " " " " " "
" 3 a = " " 1 " " 1800 " " " "
" 3 b = " " 60.000 " " " " " " "
" 4 a = " " 1 " " 2000 " " " "
" 4 b = " " 60.000 " " " " " " "

Abb. 35

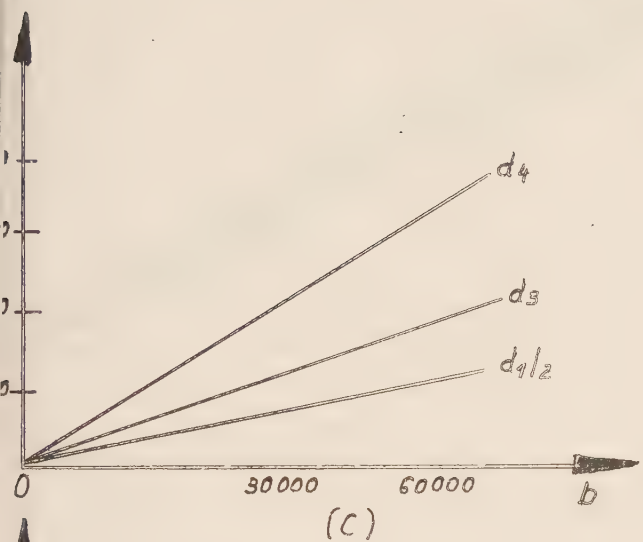

U3
DM/Stck
0,006
0,004
0,002
1100
1400
1600
1800
2000
2300
d
(a)
(b)
U7
DM/Stck
0,006
0,004
0,002
1100
1400
1600
1800
2000
2300
d
(c)
(d)
U11
DM/Stck
0,008
0,006
0,004
0,002
1100
1400
1600
1800
2000
2300
d
(e)
(f)
(g)



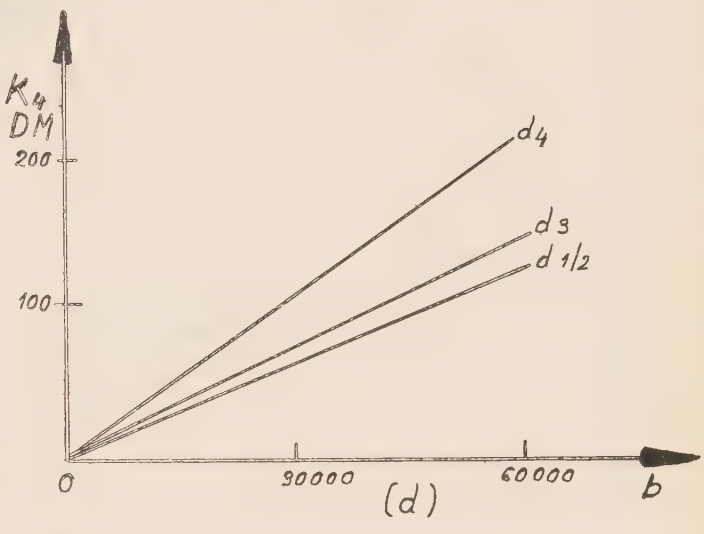
(a)



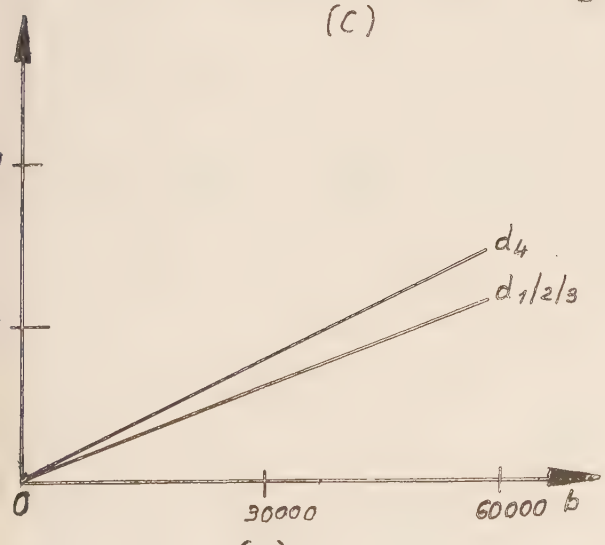
(b)



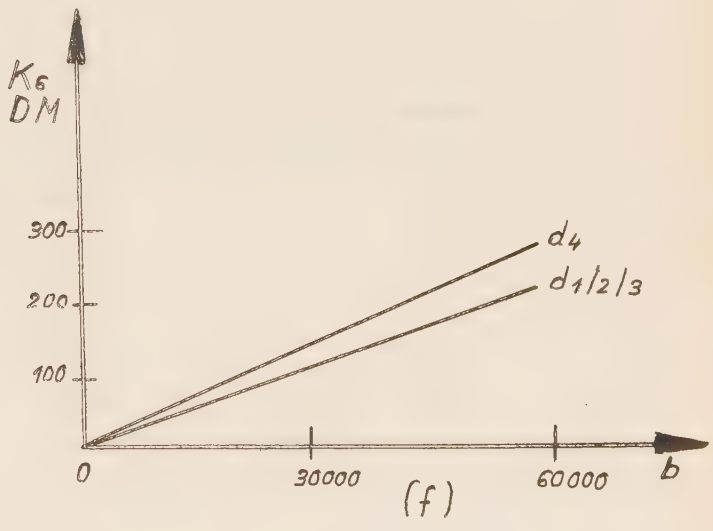
(c)



(d)



(e)



(f)

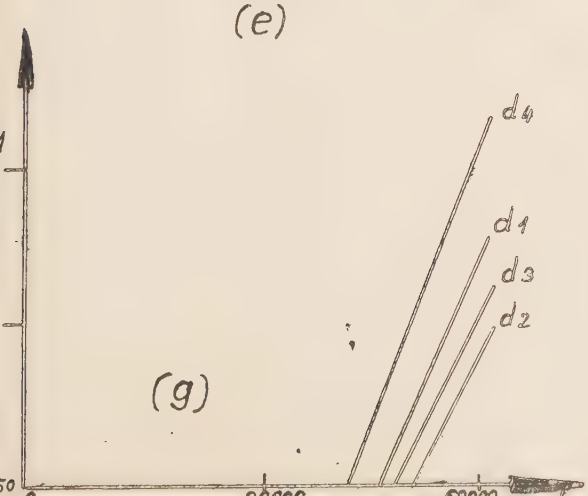


Abb 36

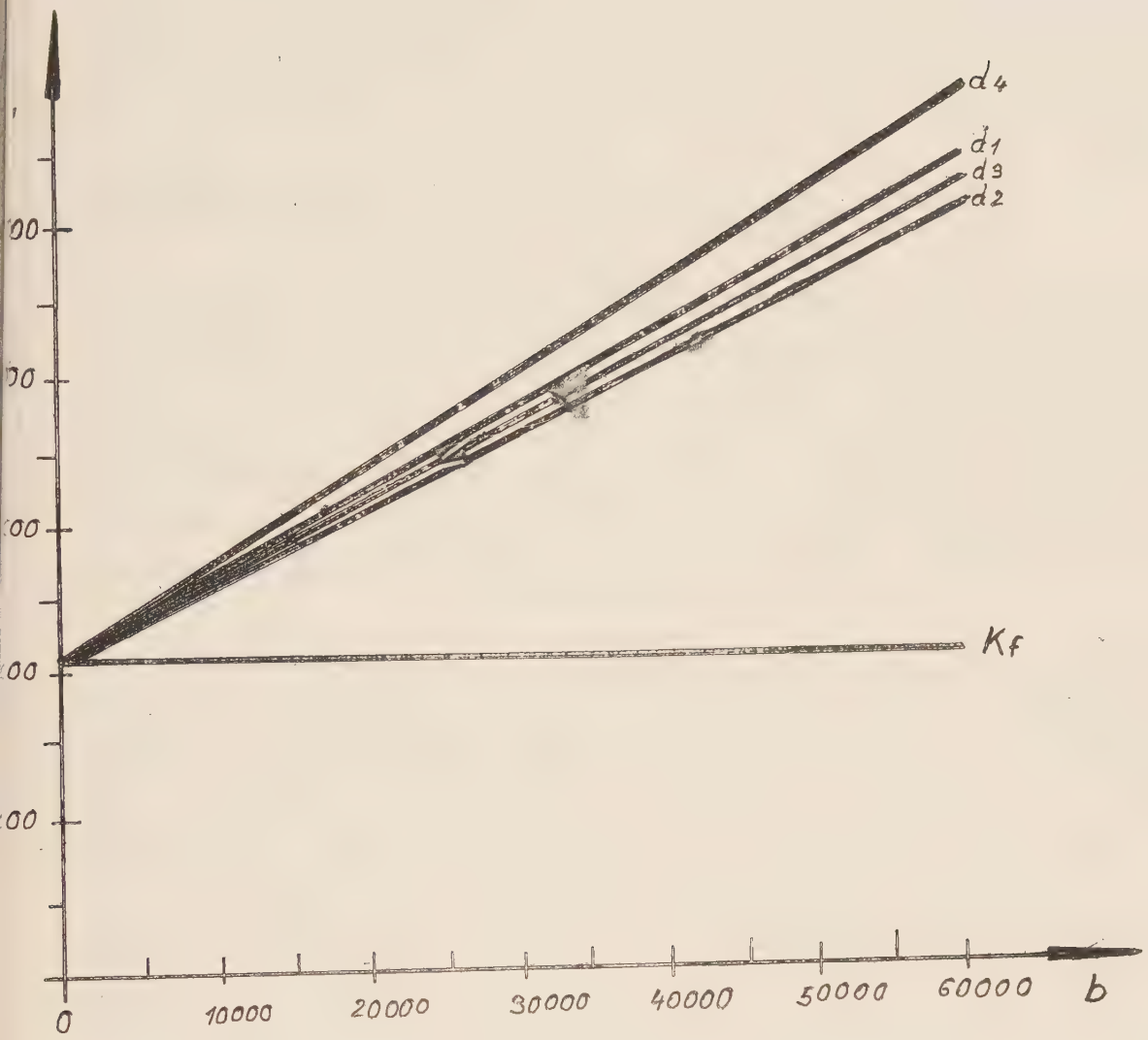

d4
d1
d3
d2
Kf
00
00
00
00
00
0
10000
20000
30000
40000
50000
60000
b

Abb. 37

4. Die Theorie der Verbrauchsfunktionen als theoretische Grundlage der Kostenrechnung

41. Kostentheorie und Theorie der Kostenrechnung

Immer dort, wo sich Theorie und Praxis begegnen, wo abstrakte Gedankengänge in konkrete Formen übergeführt werden und traditionelle Methoden neuen Erkenntnissen weichen sollen, ergeben sich Schwierigkeiten und nicht immer unberechtigte Widerstände, die ein theoretisches Modell als wirklichkeitsfern und für die Praxis als nicht anwendbar erklären. Der Gegensatz zwischen Theorie und Praxis blieb auch dem Verhältnis zwischen der Kostentheorie und der Kostenrechnung nicht fremd. [1)]

Die Kostentheorie, deren Zielsetzung darin besteht, die Mengen- und Wertbewegungen des industriellen Kombinationsprozesses zu erforschen, seine funktionalen Beziehungen aufzudecken und mit Hilfe von theoretischen Modellen darzustellen, [2)] vergrößerte in ihrer traditionellen Form [3)] den sowieso bestehenden Gegensatz zwischen Theorie und Praxis, indem sie versuchte, auf der Grundlage des nur für die Landwirtschaft anwendbaren Ertragsgesetzes, eine allgemeingültige Produktions- und Kostentheorie zu entwickeln, die mit ihren S-förmigen Gesamtkosten- und U-förmigen Grenzkostenverläufen in krassem Gegensatz zur industriellen Wirklichkeit stand und daher auch für die Kostenrechnungspraxis ohne Bedeutung blieb.

Es entwickelte sich daher parallel zu diesen kostentheoretischen Ansätzen eine Theorie der Kostenrechnung, die versucht, die rechentechnische Verfolgung aller Mengen- und Wertbewegungen des betrieblichen Kombinationsprozesses zu systematisieren und die es ermöglichte, rechentechnische Methoden zu entwickeln, mit deren Hilfe der betriebliche Kombinationsprozeß nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit ausgerichtet werden kann.

---

1) Vgl. Heiss, Th., Kostentheorie und Praxis, Junge Wirtschaft 1958, S. 453 ff.
2) Vgl. Kilger, W., a. a. O., S. 8
3) Vgl. Kapitel 1

Wenn von der Theorie der Kostenrechnung gesprochen wird, so soll damit nicht gesagt werden, daß es sich hierbei nur um theoretische Ausführungen von Wissenschaftlern handelt, denn gerade auch Praktiker (wie beispielsweise RUMMEL und PLAUT) haben die Kostenrechnung um wertvolle theoretische Aspekte bereichert. Unter Theorie der Kostenrechnung ist daher nur ein theoretisches Grundwissen zu verstehen, das in der Praxis noch nicht auf breiter Basis realisiert worden ist. Die Theorie der Kostenrechnung zeigte im Laufe der Entwicklung immer deutlicher, daß die Kostenkontrolle eine wesentliche Funktion der Kostenrechnung sein soll. Um Unwirtschaftlichkeiten aufzudecken, genügt die kritiklose Überwälzung der Kosten von den Stätten ihrer Entstehung in die Kalkulation nicht. Vielmehr ist eine sorgfältige Kontrolle jedes einzelnen Kostenbetrages erforderlich. Die Theorie der Kostenrechnung hat als wirksames Instrument der Kostenkontrolle in konsequenter Entwicklung von der Istüber die Normal- und starre Plankostenrechnung die flexible Plan- und Grenzplankostenrechnung geschaffen, die leider bis heute noch viel zu wenig angewandt wird. Sie stellt ein System von vorgegebenen linearen Sollkostenkurven den effektiv angefallenen Kosten in Form eines Soll-Ist-Vergleiches gegenüber, eliminiert den Einfluß der primären Kostenbestimmungsfaktoren Kapazität und Beschäftigung sowie der wichtigsten sekundären Kostenbestimmungsfaktoren wie Kostengüterpreise, Lohnsätze, qualitatives Niveau der Arbeitskräfte, Betriebsmittel und Werkstoffe, Leistungsschwankungen usw. in Form von Teilabweichungen und weist die Restabweichungen nach vollkommener Elimination der Kostenbestimmungsfaktoren aus.[1] Die Restabweichung ist ein Maßstab für die Wirtschaftlichkeit der Kostenstelle.

Während also die Theorie der Kostenrechnung Grundlagen für praktische Methoden des Rechnungswesens lieferte, hatte die Produktions- und Kostentheorie bis zu den grundlegenden Veröffentlichungen GUTENBERGs[2] nur wenig Verbindungen zur Kostenrechnung.

Unsere Aufgabe in diesem Kapitel soll es sein, zu zeigen, daß die Kostentheorie und die Theorie der Kostenrechnung durch die GUTENBERGschen Ansatz-

---

1) Vgl. hierzu Kilger, W., Der theoretische Aufbau der Kostenkontrolle, ZfB 1959, S. 457 ff.

2) Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Erster Band, Die Produktion, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1. Aufl. 1951 - 4. Aufl. 1958

punkte eine gemeinsame Basis gefunden haben, und daß die aus den Verbrauchs- und Faktoreinsatzfunktionen abgeleiteten Kostenfunktionen das theoretische Grundgerüst sowohl für die Sollkostenkurven der Grenzplankostenrechnung als auch für empirische Kostenkurven bilden.

42. Synthetische Kostenfunktionen

Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der traditionellen und der modernen Kostentheorie besteht in einem verschiedenartigen Aufbau der Kostenfunktionen, die in der traditionellen Theorie auf analytischem und in der modernen Kostentheorie auf synthetischem Weg ermittelt werden.

Die traditionelle Kostentheorie unterstellt, wenn auch meistens implicite, "eine absolute, d. h. in einer einheitlichen Maßgröße ausdrückbare und genau bestimmte Kapazität sowie die Gesamtkosten und den einfachsten Produktionsgang - der Betrieb stellt nur ein einziges Produkt her". [1] Ziel der traditionellen Kostentheorie ist somit die Ermittlung von Gesamtkostenkurven, und zwar werden bei alternativen Beschäftigungsgraden angefallene Kosten mit Hilfe eines kubischen Trends verbunden. Das Ergebnis der Regressionslinie stellt die auf analytischem Weg ermittelte Gesamtkostenkurve dar.

Wie unsere Ausführungen in Kapitel 3 gezeigt haben, basiert eine mit Hilfe von Verbrauchsfunktionen abgeleitete Kostenkurve auf grundsätzlich anderen Voraussetzungen. Hier bilden nicht die während eines bestimmten Beobachtungszeitraumes angefallenen Kosten den Ausgangspunkt der Betrachtung, der Gesamtkomplex der Unternehmung wird vielfach aufgespaltet in Kosten- und Produktionsstätten und auch diese Unterteilung wird noch weiter differenziert, indem jeder Produktionsfaktor an einem Aggregat einer besonderen Prüfung unterzogen wird, insbesondere auf seine funktionale Abhängigkeit zur technischen Leistung des Betriebsmittels.

Inwieweit die moderne Kostentheorie einen größeren Anspruch auf Praxisnähe und Anwendbarkeit für die Kostenrechnung stellen kann und die auf der Grundlage der traditionellen Kostentheorie auf analytischem Wege durchgeführten empirischen Kostenuntersuchungen nur mit erheblichen Vorbehalten als Beweismittel für kostentheoretische Aussagen herangezogen werden können, sollen unsere weiteren Ausführungen zeigen.

---

1) Vgl. Heinen, E., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Band 1, Grundlagen, Wiesbaden 1959, S. 130 ff.

1. Das Kostenstellenprinzip

Die traditionelle Kostentheorie unterstellt eine direkte funktionale Beziehung zwischen den Gesamtkosten einer Unternehmung und ihrer Ausbringung, die als homogen angesehen wird.

$$K = f(x)$$

Diese Vereinfachung, die Voraussetzung für die zweidimensionale Darstellbarkeit einer Gesamtkostenfunktion ist, stellt sich jedoch in der Mehrzahl der Fälle beim Versuch ihrer empirischen Verifizierung als nicht der Wirklichkeit entsprechend heraus, da die Mehrproduktunternehmungen - zumindest im europäischen Raum - eindeutig dominieren. Läßt sich eine Homogenisierung der verschiedenen Produktarten auf eine gemeinsame Größe mit Hilfe der Aequivalenzziffernrechnung [1] nicht durchführen, dann sind die Gesamtkosten nicht mehr eine Funktion der Beschäftigung, sondern stehen - wenn n Produktarten hergestellt werden - in funktionaler Beziehung zu den 1 bis n Ausbringungsmaßstäben. [2] Die Gesamtkostenfunktion ändert sich durch die Aufgliederung der Beschäftigung in Produktarten wie folgt: [3]

$$K = f(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$$

Die Kostenfunktion ist geometrisch nicht mehr darstellbar, weil soviel unabhängige Variable wie Produktarten in ihr enthalten sind. [4]

In dem Falle der Mehrproduktunternehmung kann also das Anliegen der traditionellen Kostentheorie, nämlich die zweidimensionale Darstellung gesamt-

---

1) Über die Möglichkeiten und Anwendung der Aequivalenzziffernrechnung vgl. unsere Ausführungen in Kapitel 371.

2) Vgl. auch hierzu unsere Ausführungen in Kapitel 371.

3) Zu einem analogen Ergebnis für die Produktionstheorie gelangt Lassmann, G., Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln und Opladen 1958, S. 109: "In Wirklichkeit gibt es jedoch nur relativ wenige Betriebe, die während einer Rechnungsperiode in ständiger Wiederholung eine einzelne Produktart herstellen. Sehr häufig umfaßt das Produktionsprogramm eine Vielzahl unterschiedlicher Erzeugnisse. Damit werden weitere Schwierigkeiten in die Funktionsanalyse getragen, und zwar wird nun auch die linke Seite der Produktionsfunktion zu einem mehrdimensionalen Ausdruck: $(x_1, \ldots x_m) = f(a_1, \ldots a_n)$."

4) Vgl. hierzu unsere Ausführungen in den vorhergehenden Kapiteln.

betrieblicher Kostenkurven, als gescheitert angesehen werden.

An diesem Endpunkt der traditionellen Kostentheorie zeigt sich die Überlegenheit der modernen auf Verbrauchsfunktionen aufbauenden Kostentheorie. Sie bietet die Möglichkeit, den betrieblichen Gesamtkomplex weitestgehend unterzuteilen und die mangels eines befriedigenden gesamtbetrieblichen Beschäftigungsmaßstabes nicht zu verwirklichende Gesamtkostenfunktion durch ein Netz von Teilfunktionen zu ersetzen. Dieses Netz von Teilfunktionen umspannt den gesamten betrieblichen Bereich in durchaus sinnvoller und übersehbarer Weise. [1] Es entspricht der Kostenstellengliederung der Kostenrechnung.

Wie unsere Ausführungen in Kapitel 3 zeigen, läßt sich mit Hilfe des Systems der Verbrauchsfunktionen die Gesamtkostenfunktion bis zum einzelnen Kostenplatz aufgliedern. [2] Der Aufbau einer Kostenfunktion auf der Grundlage von Verbrauchsfunktionen erfolgt, kurz zusammengefaßt, in folgenden Zwischenstufen:

$$u_i = f_i(d)$$

---

1) Wir stimmen nicht G. Lassmann zu, der die in der Mehrproduktunternehmung bestehenden Teilfunktionen als ein "unübersehbares Netz" bezeichnet, da er zu sehr in der traditionellen Denkweise verhaftet ist: "Die umfassende und allgemein gültige zweidimensionale Kostenfunktion, auf deren einer Seite der 'Beschäftigungsgrad' und auf der anderen Seite 'die' Kosten eines ganzen Betriebes stehen sollen, löst sich auf in ein unübersehbares Netz von mehr oder weniger verbundenen Teilfunktionen." Lassmann, G., a. a. O., S. 109

Es muß jedoch Lassmann bescheinigt werden, daß er - wenn auch noch ohne festumrissene Vorstellung - die Bedeutung der Teilfunktionen für die moderne Kostentheorie erkennt: "Wir haben bereits angedeutet, daß diese Teilfunktionen praktisch bedeutsam sein können; daher ist ihre weitere Entwicklung als eine fruchtbare Aufgabe der Kostentheorie anzusehen." Lassmann, G., a. a. O., S. 109

2) Die Grundlagen der Kostenrechnung, insbesondere der flexiblen Plankostenrechnung und der Grenzplankostenrechnung, müssen als bekannt vorausgesetzt werden, da es nicht Aufgabe dieser Arbeit sein kann, sie darzustellen; in der Folge werden jedoch immer wieder Parallelen zwischen Kostentheorie und Kostenrechnung aufgezeigt.

Die Verbrauchsfunktion zeigt den Verbrauch eines Produktionsfaktors i für eine Produktionseinheit in Abhängigkeit von der technischen Leistung des Aggregates an.

$$r_i = u_i (d)\ b$$

Die Faktoreinsatzfunktion dient zur Ermittlung des Verbrauchs eines Produktionsfaktors i in Abhängigkeit von der Leistung des Aggregates und der Anzahl der hergestellten Produktions- oder Arbeitseinheiten b.

$$K_i = r_i q_i = u_i (d)\ b\ q_i$$

Die Kosten der Kostenart i sind das Ergebnis der Multiplikation der Faktoreinsatzfunktion mit dem Faktorpreis q_i.

$$K_v = \sum_{1}^{n} i\ K_i \quad (i = 1, 2, 3, \ldots, n)$$

Die gesamten variablen Kosten erhalten wir als Summe der 1 bis n Kostenarten.

In Mehrproduktunternehmungen lassen sich auf Grund der durch verschiedene Produktarten bestimmten mehreren unabhängigen Veränderlichen nur Teilfunktionen aufstellen, und zwar sind soviel Teilfunktionen erforderlich, wie heterogene Bezugsgrößen auftreten. Es erscheint sinnvoll, für jede Kostenstelle eine besondere Teilfunktion aufzustellen.

$$K_{vj} = \sum_{1}^{n} i\ K_{ij} \quad (j = 1, 2, 3, \ldots, m)$$

Aus dieser kurzen Zusammenfassung wird klar ersichtlich, wie mit Hilfe der Theorie der Verbrauchsfunktionen Kostenfunktionen in synthetischer Form erstellt werden.

Auf dem gleichen synthetischen Weg, wie wir es für die Theorie der Verbrauchsfunktionen aufgezeigt haben, erfolgt die Planung der Kosten und Ermittlung der Sollkostenfunktionen in der flexiblen Plankostenrech-

nung [1] und insbesondere in der Grenzplankostenrechnung, [2] die von PLAUT in Deutschland, der Schweiz und Österreich mit Erfolg praktisch durchgeführt wird.

In einer Tabelle haben wir den Aufbau der Kostenplanung in einer beliebigen Kostenstelle j dargestellt. Das Beispiel gilt sowohl für die flexible Plankostenrechnung als auch für die Grenzplankostenrechnung, da sowohl ein Vollkostensatz als auch ein Grenzkostensatz errechnet wird. Für die Ermittlung eines Vollkostensatzes ist die Angabe der Planbeschäftigung b erforderlich, da die fixen Kosten durch Division auf die geplanten Bezugsgrößeneinheiten verteilt werden müssen. Für die Grenzplankostenrechnung ist die angesetzte Planbeschäftigung von weniger großer Bedeutung, da bei ihr die Aufteilung der fixen Kosten entfällt und deshalb durch Abweichungen zwischen Plan- und Istbeschäftigung keine Beschäftigungsabweichungen (= zuviel oder zuwenig verrechnete fixe Kosten) verursacht werden.

In Spalte 3 der Tabelle findet sich der Faktorverbrauch einer Kostenart je Einheit. Diese Faktormengen sind identisch mit dem durch die Verbrauchsfunktionen determinierten Faktorverbrauch. Die Faktoreinsatzfunktionen erhält man durch Multiplikation der Faktormengen der Spalte 3 mit der Planbeschäftigung b. Durch Bewertung der Faktormengen (Spalte 3) mit den Faktorpreisen (Spalte 4) ergeben sich die proportionalen Kosten je Einheit (Spalte 5). Die proportionalen Kosten der Planbeschäftigung (Spalte 6) sind gleich dem Produkt aus proportionalen Kosten je Einheit (Spalte 5) und Planbeschäftigung b. Die proportionalen Kosten der Planbeschäftigung stellen aber nichts anderes dar als die mit den Faktorpreisen bewerteten Faktoreinsatzfunktionen

---

1) Die Darstellung der Entwicklung, des Aufbaues und der Arbeitsweise der Plankostenrechnung würde über den Rahmen unserer Arbeit hinausgehen. Wir beschränken uns daher auf die Wiedergabe der Ergebnisse unserer Untersuchung.

Zur flexiblen Plankostenrechnung vgl. Medicke, W., Die Gemeinkosten in der Plankostenrechnung, Berlin 1956; Kosiol, E., Plankostenrechnung als Instrument moderner Unternehmungsführung, Berlin 1956; Käfer, K., Standardkostenrechnung, Stuttgart 1955, und die zahlreiche dort angegebene Literatur.

2) Plaut, H. G., Die Plankostenrechnung in der Praxis des Betriebes, ZfB 1951, S. 531 ff.

Derselbe, Wo steht die Plankostenrechnung in der Praxis? ZfhF 1952, S. 396 ff.

Derselbe, Die Grenzplankostenrechnung, ZfB 1953, S. 347 ff. und S. 402 ff.

Schematische Darstellung eines Fertigungskostenplans

Kostenplan 1959/60				Kostenstelle: j			
100 v. H. Beschäftigung je Monat b Stück				Kostenstellenleiter: Müller Stellvertreter: Meyer			
Kostenart	Menge	Faktorverbrauch je Einheit	Faktorpreis	Proport. Kosten je Einh.	Proport. Kosten d. Planbesch.	Fixe Kosten	Gesamtkosten
1	2	3	4	5	6	7	8
K_{1j}	Std.	u_{1j}	q_1	k_{vj1}	K_{v1j}	K_{f1j}	K_{1j}
K_{2j}	Stück	u_{2j}	q_2	k_{v2j}	K_{v2j}	K_{f2j}	K_{2j}
K_{3j}	t	u_{3j}	q_3	k_{v3j}	K_{v3j}	K_{f3j}	K_{3j}
K_{4j}	m^2	u_{4j}	q_4	k_{v4j}	K_{v4j}	K_{f4j}	K_{4j}
°	°	°	°	°	°	°	°
°	°	°	°	°	°	°	°
°	°	°	°	°	°	°	°
K_{nj}	kwh	u_{nj}	q_n	k_{vnj}	K_{vnj}	K_{fnj}	K_{nj}
Summe				k_{vj}	K_{vj}	K_{fj}	K_j
Bezugsgröße					b	b	b
Plankostensatz				k_{vj}	$\frac{K_{vj}}{b}$	$\frac{K_{fj}}{b}$	$\frac{K_j}{b}$

Grenzkostensatz = k_{vj}; Vollkostensatz = $\frac{K_j}{b}$

der Kostentheorie. In Spalte 7 werden die fixen Kosten jeder Kostenart ausgewiesen. Besteht eine Kostenart nur aus proportionalen Kosten, dann wird der in Spalte 7 angesetzte Fixkostenbetrag gleich null. Für die Ermittlung des Grenzkostensatzes sind die fixen Kosten ohne Bedeutung, dennoch werden sie auch in der Grenzplankostenrechnung aus statistischen Gründen mit aufgeführt. Oft werden in der Kostenrechnungspraxis sowohl Grenzkosten- als auch Vollkostensätze nebeneinander ausgerechnet. Die Summe der proportionalen Kosten der Planbeschäftigung (Spalte 6) und der fixen Kosten (Spalte 7) ergeben schließlich die Gesamtkosten der Planbeschäftigung (Spalte 8). Der Vollkostensatz wird ermittelt durch Division der Gesamtkosten durch die Planbeschäftigung. Der Grenzkostensatz erscheint in der Tabelle sowohl in Spalte 5 als auch in Spalte 6

2. Sollkostenkurven in der Plankostenrechnung

Aus dem Kostenplan läßt sich ohne Schwierigkeit die Sollkostenfunktion der untersuchten Kostenstelle ableiten:

$$K_j^{(p)} = K_{fj}^{(p)} + K_{vj}^{(p)}$$

$$K_j^{(p)} = K_{fj}^{(p)} + k_{vj}^{(p)} \cdot b_j$$

$$K_j^{(p)} = K_{fj}^{(p)} + \sum_{1}^{n} i \; u_{ij} q_i b_j$$

In analoger Weise kann man für jede einzelne Kostenstelle mit Hilfe der Kostenplanung eine Sollkostenfunktion ermitteln, so daß die im Bereich der Unternehmung anfallenden Gesamtkosten durch ein Netz von Sollkostenfunktionen, die in geplanter, sinnvoller und wirtschaftlicher Weise die Unternehmung kostenrechnerisch einhüllen, vorausgeplant werden.

Wie der theoretische Aufbau der Kostenplanung und die vorher beschriebene Theorie der Verbrauchsfunktionen zeigen, besteht eine weitgehende Identität zwischen den beiden einmal kostentheoretischen und zum andern kostenrechnerischen Teilgebieten. Es zeigt sich, daß die Theorie der Verbrauchsfunktionen im Gegensatz zur traditionellen Kostentheorie die theoretische Grundlage zumindest der Plankostenrechnung bilden kann.[1] Die Plankostenrechnung wählt als Funktionstyp für die Sollkostenkurve die von uns in Kapitel 373

---

1) Vgl. auch Kilger, W., Die Kostentheorie als theoretische Grundlage der Kostenrechnung, ZfhF 1958, S. 553 ff.

beschriebene Kostenfunktion, sie unterstellt also im allgemeinen zeitliche Anpassung bei konstanter Intensität und Kapazität.

Die Abb. 38 zeigt die graphische Darstellung einer Sollkostenfunktion in der Kostenstelle j. Die Kurve $K_j^{(p)}$ gibt die bei alternativen Beschäftigungsgraden anfallenden Gesamtkosten der Kostenstelle an, die Kurve $K_{vj}^{(p)}$ die proportionalen Kosten. Unabhängig von der geplanten Beschäftigung sind die fixen Kosten $K_{fj}^{(p)}$. Es besteht Identität zwischen der Sollkostenfunktion der Abb. 38 und der auf die Kostenstelle bezogenen Gesamtkostenfunktion der Abb. 30.

Die Theorie der Verbrauchsfunktionen beschränkt sich auf die Untersuchung des variablen Faktorverbrauchs. Analog hierzu erscheint auch für die Zwecke der Kostenrechnung die Bevorzugung der Kurve der variablen Sollkosten gegenüber der Kurve der gesamten Sollkosten als vorteilhaft [1] wie dies auch in der Grenzplankostenrechnung der Fall ist. Wie wir schon in Kapitel 321 ausführten, besteht keine Möglichkeit der verursachungsgemäßen Verteilung der fixen Kosten auf die Kostenträger. [2] In einer Vollkostenrechnung erfolgt daher die Umlage der fixen Kosten auf die Kostenträger durch willkürliche rechentechnische Proportionalisierung. [3] Problematisch bleibt hierbei immer die Frage nach der Planbeschäftigung, die als Verteilungsbasis gewählt werden muß. Den Plankostenverrechnungssatz erhält man durch Division aller bei einer bestimmten Beschäftigung anfallenden Kosten durch diese Beschäftigung:

$$k_j^{(p)} = \frac{K_j^{(p)}}{b_j^{(p)}}$$

Weicht die Istbeschäftigung von der Planbeschäftigung ab - und dies ist sehr oft der Fall - dann ergeben sich die verrechneten Plankosten $K_{pj}^{(i)}$ der Istbeschäftigung als Produkt aus Plankostenverrechnungssatz und Istbeschäftigung:

---

1) Vgl. hierzu insbesondere die Ausführungen von H. G. Plaut in den von uns weiter oben zitierten Aufsätzen.

2) Vgl. Rummel, K., Einheitliche Kostenrechnung auf der Grundlage der Proportionalität der Kosten, 3. Aufl., Düsseldorf 1949, insbesondere S. 122 ff.

3) Vgl. Heinen, E., Reformbedürftige Zuschlagskalkulation, ZfhF 1958, S. 1 ff.

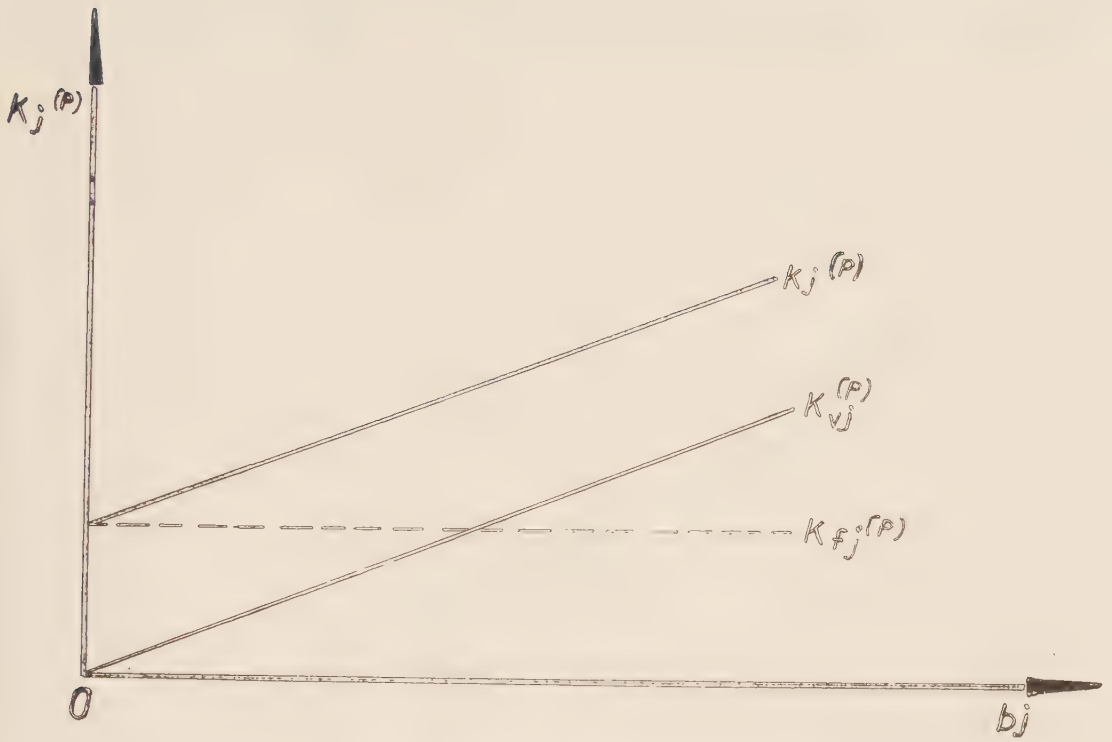


Abb. 38

$$K_{pj}^{(i)} = k_j^{(p)} \cdot b_j^{(i)}$$

Abb. 39 macht ersichtlich, daß immer dann, wenn anteilige fixe Kosten in dem Plankostenverrechnungssatz enthalten sind und Plan- und Istbeschäftigung auseinanderfallen, Abweichungen zwischen verrechneten Plankosten und Sollkosten der Istbeschäftigung auftreten.

Da der Plankostenverrechnungssatz nach der Planbeschäftigung ausgerichtet ist, stellt der Unterschied zwischen der Kurve der verrechneten Plankosten und der Sollkostenkurve zuviel oder zuwenig verrechnete fixe Kosten dar, in Abb. 39 die Strecke AB die bei der Istbeschäftigung $b_j^{(i)}$ zuwenig verrechneten fixen Kosten. Diese zuviel oder zuwenig verrechneten fixen

Kosten werden in der Plankostenrechnung "Beschäftigungsabweichungen" genannt. [1] Die Kurve der verrechneten Plankosten verdankt ihr Entstehen allein verrechnungstechnischen Gründen und zeigt nicht an, wie sich die Kosten in Wirklichkeit bei Beschäftigungsschwankungen verändern. [2]

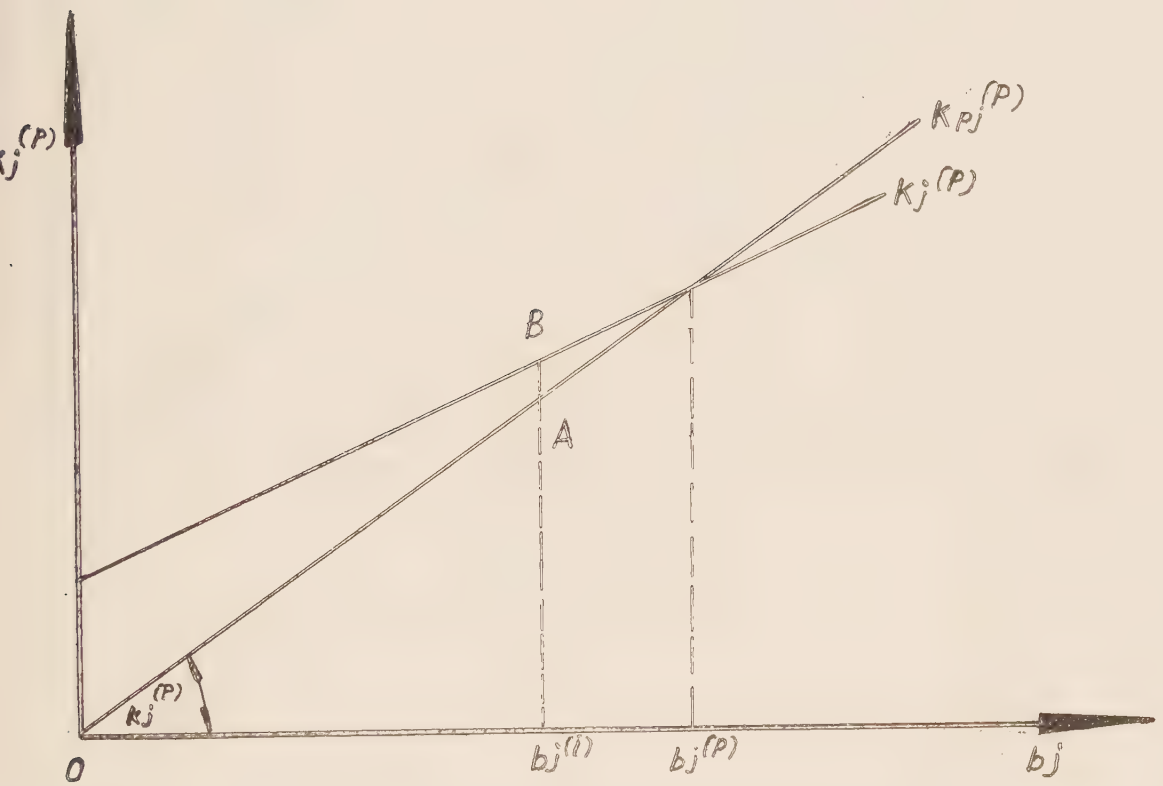


Abb. 39

Es stellt sich daher die Frage, ob es nicht vorteilhafter sei, die Ergebnisse der Theorie der Verbrauchsfunktionen in der Kostenrechnung anzuwenden, nämlich in der Sollkostenfunktion nur die variablen Kosten zu berücksichtigen, dafür aber die fixen Kosten einer gesonderten Nutz- und Leerkostenanalyse zu unterziehen.

---

1) Vgl. Kilger, W., Die Verteilung der Abweichungen auf die Kostenträger innerhalb der Plankostenrechnung ZfB 1952, S. 503 ff.

2) Vgl. Medicke, W., Die Gemeinkosten in der Plankostenrechnung, Berlin 1956, S. 21

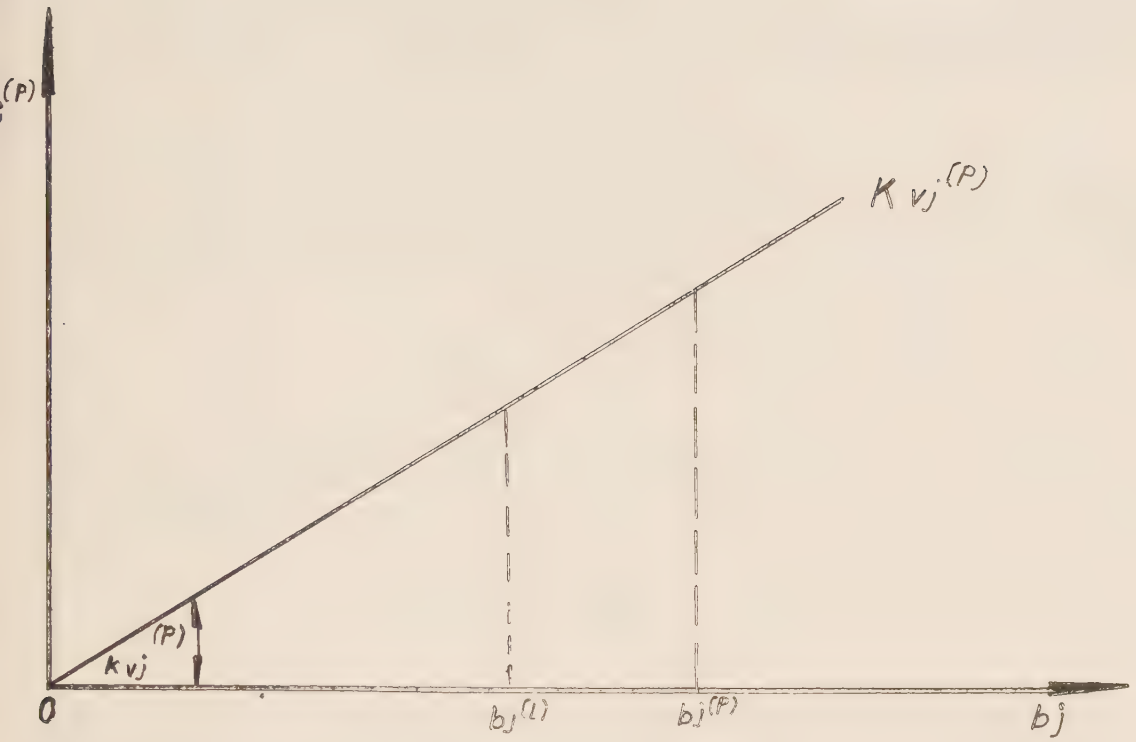


Abb. 40

In Abb. 40 ist eine Sollkostenfunktion dargestellt, die nur proportionale Kosten beinhaltet. Daß eine Kostenkurve zwangsläufig linear sein muß, die Grenzkosten also so lange konstant bleiben, wie die Intensität, mit der die betrieblichen Produkte erstellt werden, beibehalten wird, haben wir in Kapitel 373 nachgewiesen. Da der Grenzplankostenverrechnungssatz sich als Quotient aus gesamten variablen Kosten und Planbeschäftigung ergibt, die variablen Kosten jedoch - ceteris paribus - reine proportionale Kosten sind, besteht Gleichheit zwischen den Grenzkosten, den durchschnittlichen variablen Kosten und dem Grenzplankostenverrechnungssatz. Die Sollkostenfunktion und die Kurve der verrechneten Plankosten fallen zusammen, es treten keine Beschäftigungsabweichungen auf und es entfällt damit die Problematik der Planbeschäftigung.

und etwa als fixe Periodenkosten ohne Untersuchung en bloc ins Betriebsergebnis übernommen werden. Es wäre Aufgabe einer speziellen Nutz- und Leerkostenanalyse zu untersuchen, inwieweit die Kosten der Betriebsbereitschaft bei der jeweiligen Istbeschäftigung ausgenutzt werden. [1)]

23. Leistungsschwankungen und Sollkostenfunktionen

Eindeutige Aussagen über die vom Kostenstellenleiter zu vertretenden Verbrauchsabweichung lassen sich jedoch u. a. beim Soll-Ist-Vergleich nur machen, wenn die eingesetzten Aggregate mit der geplanten Leistung arbeiten, denn Intensitätsänderungen rufen Abweichungen im Faktorverbrauch hervor, wie unsere Ausführungen in Kapitel 3 zeigten. Gleichbedeutend mit erhöhtem Faktorverbrauch sind höhere Grenzkosten. Möglicherweise während des zu planenden Zeitraumes eintretende Intensitätsvariationen lassen sich schon bei der Planung anläßlich der Vorgabe der Sollkostenfunktionen berücksichtigen. [2)]

Der Aufbau der Sollkostenfunktionen bei unterschiedlichen Intensitätsgraden erfolgt analog unseren Ausführungen in Kapitel 3, insbesondere 37. Es erübrigt sich daher zu zeigen, in welcher Weise über die Verbrauchsfunktionen und die Faktoreinsatzfunktionen das Mengengerüst des betrieblichen Kombinationsprozesses für jeden einzelnen Intensitätsgrad festgelegt werden kann. Was wir jedoch nochmals herausstellen möchten - und wir glauben, dies nicht oft genug tun zu können - ist die Feststellung, daß der auf eine Produktionseinheit entfallende Faktorverbrauch und damit auch der jeweilige Grenzkostensatz solange unverändert bleibt, wie die Intensität konstant gehalten wird, gleichgültig ob mit optimaler Intensität oder mit einem davon abweichenden Leistungsgrad gearbeitet wird. Die schlüssige Folge hiervon sind konstante Grenzkosten bzw. lineare Gesamtkostenkurven.

1) Vgl. hierzu Gutenberg, E., a.a.O., S. 248 ff.
Weitergehende Ausführungen über dieses zweifelsohne äußerst interessante Problem würden über den Rahmen unserer Arbeit hinausführen.

2) Erstmals hierauf hingewiesen hat Kilger, W., Der Übergang von der Platzkostenrechnung zur Plankostenrechnung und seine Probleme, Diplom-Arbeit, Frankfurt 1951, nicht veröffentlicht, S. 80 ff.
Die gleiche Ansicht vertreten Müller, H., Die Plankostenrechnung und ihre Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren, Diss. Köln 1954, S.66 und Kartaun, J., Die Beziehungen zwischen den Produktionsfunktionen und den Sollkostenfunktionen unter besonderer Berücksichtigung der Zeit, Diss. Köln 1958, S. 181. Auch Käfer, K., Standardkostenrechnung, Stuttgart 1955, S. 212 geht auf die Möglichkeit der Berücksichtigung von Intensitätsänderungen ein.

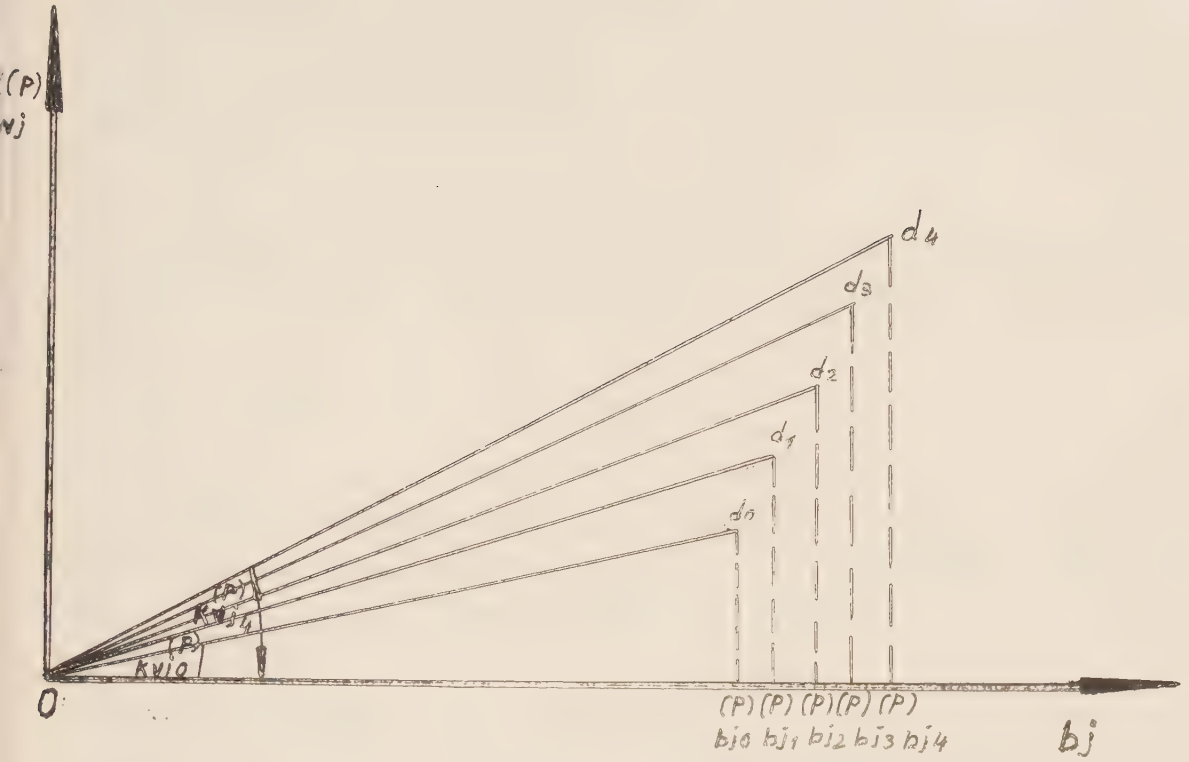


Abb. 41

Abb. 41 zeigt ein Bündel von Sollkostenkurven, und zwar bei der optimalen Intensität d_o und den davon abweichenden Intensitätsgraden d_1, d_2, d_3 und d_4. Die Steigung der Sollkostenkurven wird bestimmt durch den Grenzkosten- = Grenzplankostenverrechnungssatz. Je mehr die Leistung von der optimalen abweicht, um so größer ist der Anstieg der Sollkostenfunktion, jedoch ist dieser solange linear, wie eine bestimmte Leistung beibehalten wird. Selbstverständlich wird ein verantwortungsbewußter Betriebsleiter versuchen, seine Aggregate mit der optimalen Intensität zu nutzen, da hierbei seine Fertigungskosten minimiert werden. Innerhalb des mit der optimalen Intensität zu ermöglichenden Ausbringungsbereiches O $b_{jo}^{(p)}$ dürfte man daher kaum von der Leistung d_o abweichen. Nur wenn über $b_{jo}^{(p)}$ hinaus produziert werden soll und nicht die Möglichkeit der zeitlichen oder auch der quanti-

tativen Anpassung besteht, wird man von d_o abweichen. Je größer die gewünschte Ausbringungsmenge ist, um so mehr wird man die Intensität erhöhen und zwangsläufig erhöhten Faktorverbrauch und erhöhte Grenzkosten in Kauf nehmen müssen.

Wird erst während der Planungsperiode ersichtlich, daß die Kostenstelle j über $b_{jo}^{(p)}$ hinaus beansprucht werden muß und wird z. B. bei der Ausbringung

$$\frac{b_{jo}^{(p)}}{2}$$

die Intensität erhöht, dann zeigt die Sollkostenkurve einen Knick, da mit erhöhter Intensität höhere Grenzkosten verbunden sind, steigt aber nach dem Knick weiter linear wenn auch stärker an. [1)]

Es zeigt sich also, daß die Theorie der Verbrauchsfunktionen die Möglichkeit gibt, auch die Einwirkung von Leistungsschwankungen auf die Sollkostenkurven der Plankostenrechnung offenzulegen.

1) Vgl. unsere Ausführungen unter Kapitel 374, insbesondere Abb. 34.

43. Parallelen zwischen Kostentheorie und Kostenrechnung

Unsere Ausführungen zeigen, daß in den wesentlichen Punkten zwischen der modernen auf Verbrauchsfunktionen basierenden Kostentheorie und der modernen Form der Kostenrechnung, insbesondere der Grenzplankostenrechnung eine weitgehende Identität besteht. Die zwischen den beiden Gebieten bestehenden Parallelen können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Synthetische Kostenkurven. Sowohl in der Theorie der Verbrauchsfunktionen als auch in der Plankostenrechnung werden die Kostenfunktionen auf synthetischem Weg ermittelt, d. h. sie setzen sich aus zahlreichen Teilfunktionen (Verbrauchsfunktionen, Faktoreinsatzfunktionen) zusammen.

2. Kostenstellenprinzip. Die Tatsache, daß nur in Ausnahmefällen Gesamtkostenkurven ermittelt werden können, wird sowohl von der Kostentheorie als auch von der Kostenrechnung berücksichtigt, da nicht mehr versucht wird, für die Unternehmung eine einzige repräsentative Funktion zu erstellen, sondern für jede Kostenstelle wird eine Teilfunktion ermittelt.

3. Intensitätsschwankungen. Intensitätsschwankungen und ihre Rückwirkungen auf den Faktorverbrauch und Kostenanfall können sowohl in der Kostentheorie als auch in der Kostenrechnung sichtbar gemacht werden. Kostenkurven unter Zugrundelegung verschiedenen Intensitätsgrades unterscheiden sich bei jeweils konstanter Intensität nur durch den Anstieg; die Linearität der Kostenkurve bleibt gewahrt.

4. Feste Preise. Kostentheorie und Plankostenrechnung operieren mit konstanten Verrechnungspreisen. Der Einfluß des Marktes wird auf diese Weise von den Kostenkurven ferngehalten. Dies erscheint sinnvoll, da es Aufgabe der Kostenkontrolle ist, den wirtschaftlichen Verbrauch des Mengengerüst der Kosten zu überprüfen und bei variablen Preisen darüber nur sehr schwer Aussagen getan werden könnten.

5. Fixe Kosten. Die Theorie der Verbrauchsfunktionen beschränkt sich auf die Untersuchung des variablen Faktorverbrauchs, die Grenzplankostenrechnung operiert mit Grenzkosten. Der Fixkostenblock wird aus dem bisherigen Zusammenhang herausgelöst und einer gesonderten Nutz- und Leer-

kostenanalyse unterzogen. Das Problem der intervallfixen Kosten wird durch die Theorie der quantitativen Anpassungsprozesse gelöst.

Als Ergebnis läßt sich feststellen, daß zwischen der Theorie der Verbrauchsfunktionen und den modernen Formen der Kostenrechnung (Grenzplankostenrechnung) vollkommene Übereinstimmung in allen wesentlichen Fragen besteht. Die Theorie der Verbrauchsfunktionen kann die theoretische Grundlage für die Ermittlung von Kostenkurven in der Kostenrechnung bilden.

5. Die Beurteilung empirischer Kostenuntersuchungen vom Standpunkt der Kostentheorie

51. Empirische Kostenuntersuchungen

Parallel zu den Bemühungen der Kostentheorie, ein theoretisches Grundgerüst für die Ermittlung von Kostenkurven aufzustellen, bemühte man sich um eine empirische Verifizierung dieser theoretischen Aussagen, indem man ausgehend von empirischem Zahlenmaterial versuchte, empirische Kostenkurven zu ermitteln, die im Idealfall mit den theoretisch abgeleiteten Kostenfunktionen übereinstimmen sollten.

Solche empirischen Untersuchungen führen in Deutschland bis 1914 zurück, als ROTT [1] die Kostenentwicklung in Maschinenfabriken beschrieb. Nach dem 1. Weltkrieg beschäftigten sich mit empirischen Kostenuntersuchungen SIMON [2], MÜLLER-BERNHARDT [3], SEYDERHELM [4], SCHLESINGER [5] und HILDEBRANDT [6]. Die Untersuchungen von HILDEBRANDT und MÜLLER-BERNHARDT fanden auch in den USA Beachtung [7], in ganz besonderem Maße jedoch die bis dahin umfangreichste und sorgfältigste Untersuchung von EHRKE [8] in der Zementindustrie. Weitere

---

1) Rott, P., Unkosten- und Lohnverschiebungen bei wechselnder Produktion, Technik und Wirtschaft, 1914, S. 681 ff.

2) Simon, H., Sollkosten und Rentabilität industrieller Betriebe in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad, Technik und Wirtschaft, 1924, S. 180 ff.

3) Müller-Bernhardt, H., Industrielle Selbstkosten bei schwankendem Beschäftigungsgrad, Berlin 1925

4) Seyderhelm, K., Unkostensätze und Nebenbetriebskosten in Maschinenfabriken und verwandten Betrieben unter besonderer Berücksichtigung des Beschäftigungsgrades, Berlin 1929 und 1931

5) Schlesinger, G., Die Zukunft des deutschen Werkzeugmaschinenhaus, VDI-Zeitschrift, 1930, S. 1629 ff.

6) Hildebrandt, R., Geschäftspolitik auf mathematischer Grundlage, Technik und Wirtschaft, 1931, S. 127 ff.

7) Vgl. National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, New York 1943, S. 91

8) Ehrke, K., Die Übererzeugung in der Zementindustrie von 1858-1913, Jena 1933
Über diese Untersuchung berichtet auch Schneider, der daran mitgearbeitet hatte. Vgl. Schneider, E., Versuch einer statistischen Ermittlung von statischen individuellen Kostenkurven. Nationaløkonomisk Tidsskrift, København, 1933, S. 156 ff.

umfangreiche Studien auf diesem Gebiet betrieben BOLZA [1] und HENZEL [2] und nach dem 2. Weltkrieg WOLTER [3], MEYER [4], BÖHMER [5], HENSCHEL [6] und BIEDERMANN [7].

In den USA führen empirische Kostenuntersuchungen bis 1921 zurück. [8] In sehr eingehender und sorgfältiger Weise beschäftigte sich Joel DEAN [9] mit diesen Fragen. DEAN zeigt vor allen Dingen die vielfältigen Schwierigkeiten, die empirischen Kostenuntersuchungen entgegenstehen. [10] In weiten Kreisen bekannt wurden auch die Untersuchungen über die United States Steel Corporation von YNTEMA [11] und WYLIE/EZEKIEL [12].

---

1) Bolza, H., Kostenstudien mit Erfahrungszahlen aus der Praxis, Nordisk Tidsskrift for Technisk Økonomie, København, 1937, S. 97 ff.

2) Henzel, F., Kosten und Leistung, 2. Aufl., Bühl-Baden 1941, S. 100 ff.

3) Wolter, A. M., Das Rechnen mit fixen und proportionalen Kosten, Köln und Opladen 1948

4) Meyer, A., Das Ertragsgesetz in der Industrie, Bern 1951

5) Böhmer, E., Industriebetriebliche Kostenkurven und ihre Bedeutung für die Preispolitik, Diss. Mainz 1951

6) Henschel, A., Kostenverlauf bei schwankender Massenproduktion in einem Betrieb mit einfacher und kombinierter Fertigung, Diss. Bonn 1951

7) Biedermann, G., Statistische Untersuchung über die Kostenverläufe einiger Stahlbauunternehmen, Diss. Freiburg 1958

8) Dean, J., Statistical Determination of Costs, with Special Reference to Marginal Costs, Studies in Business Adminstration, Vol. 7, Chicago, 1936/37, S. 14 nennt Williams, C. B., Treatment of Costs during Periods of Varying Volumes of Production, Journal of Accounting, XXXII (1921), S. 329 ff. Auf den Seiten 14 ff. von Dean, J., a. a. O., findet sich eine Zusammenstellung der in den zwanziger und dreißiger Jahren durchgeführten Untersuchungen.

9) Dean, J., Statistical Determination of Costs, a. a. O.; derselbe, Statistical Cost Curves, Journal of the American Statistical Association, 1937, S. 83 ff.; derselbe, Statistical Cost Functions of a Hosiery Mill, University of Chicago Press, Chicago 1941; derselbe, The Relation of Cost to Output for a Leather Belt Shop, National Bureau of Economic Research, New York 1941; derselbe, Managerial Economics, Fourth printing, New York 1954, S. 281 ff.; derselbe und James R. W., The Long-Run Behavior of Costs in a Chain of Shoe Stores, University of Chicago Press, Chicago 1942.

10) Dean, J., Statistical Determination of Costs, a. a. O.; derselbe, Managerial Economics, a. a. O.

11) Yntema, Th. O., United States Steel Corporation T.N.E.C. Papers, Comprising the Pamphlets and Charts Submitted by United States Steel Corporation, 1940 zitiert nach National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, New York 1943, S. 90

12) Wylie, K. H. and Ezekiel, M., The Cost Curve for Steel Production, Journal of Political Economy, 1940, S. 777 ff.

Im letzten Jahrzehnt versuchten schließlich verschiedene Autoren empirische Verbrauchsfunktionen (engineering production functions) aufzustellen, so z. B. FERGUSON [1] für Flugzeugmotoren. Jedoch beschränken sich diese Untersuchungen auf einige wenige Produktionsfaktoren, so daß keine weitgehende Schlußfolgerungen daraus gezogen werden können. So begnügt sich FERGUSON mit der Ermittlung der Verbrauchsfunktion des Faktors Treibstoff für Flugzeugmotoren und zweifelt daher auch die praktische Anwendbarkeit seiner Methode selbst an. [2]

Eine vollständige Darstellung der einzelnen empirischen Kostenuntersuchungen würde einmal den Rahmen unserer Arbeit sprengen, zum anderen wurde diese Aufgabe in den vergangenen Jahren in sehr eingehender Weise von zahlreichen Autoren gelöst. Wir beschränken uns daher darauf, nachdem wir schon die bedeutenden empirischen Kostenuntersuchungen angeführt haben, auf die umfangreiche Literatur zu verweisen, in der dieses Gebiet beschrieben wird.

In Deutschland stellen die empirischen Kostenuntersuchungen vor allem KILGER [3], LASSMANN [4], REUSTLE [5] und BÖHMER [6] dar.

Eine vorurteilslose und exakte Kritik wird in den USA vom National Bureau of Economic Research [7] an den empirischen Kostenuntersuchungen geübt. Aus der Vielzahl der Veröffentlichungen verdienen besondere Beachtung die Ausführungen von DEAN [8],

---

1) Ferguson, A. R., Empirical Determination of a Multidimensional Marginal Cost Function, Econometrica, 1950, S. 217 ff. auf S. 305 desselben Jahrgangs der "Econometrica" finden sich weitere Literaturangaben für "engineering production functions", insbesondere für Textilfabriken und Großschlächtereien.

2) Ferguson, A. R., a. a. O., S. 233

3) Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, Wiesbaden 1958, S. 115 ff.

4) Lassmann, G., Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln und Opladen 1958, S. 110 ff.

5) Reustle, R., Über Untersuchungen zur Feststellung der empirischen Kostenfunktion, Diss. Freiburg 1958

6) Böhmer, E., Industriebetriebliche Kostenkurven und ihre Bedeutung für die Preispolitik, Diss. Mainz 1951

7) National Bureau of Economic Research, Cost Behavior und Price Policy, New York 1943

8) Dean, J., Managerial Economics, Fourth Printing, New York 1954

STAEHLE [1], STIGLER [2], YNTEMA [3], SMITH [4], NOYES [5], MOSAK [6] und RUGGLES [7] und in England MALMGREN [8].

---

1) Staehle, H., The Measurement of Statistical Cost Functions, Appraisal of Recent Contributions, The American Economic Review, 1942, S. 321 ff.

2) Stigler, G., Production and Distribution in the Short Run, The Journal of Political Economy, 1939, S. 305 ff.

3) Yntema, Th. O., Round Table on Cost Functions and their Relation to Imperfect Competition, The American Economic Review, 1940, S. 400 ff.

4) Smith, C. A., The Cost-Output Relation of the U. S. Steel Corporation, The Review of Economic Statistics, 1942, S. 166 ff.

5) Noyes, R. C., Certain Problems in the Empirical Study of Costs, The American Economic Review, 1941, S. 473 ff.

6) Mosak, J. C., Some Theoretical Implication of the Statistical Analysis of Demand and Cost Functions for Steel, Journal of the American Statistical Association, 1941, S. 100 ff.

7) Ruggles, R., The Concept of Linear Total Cost-Output Regressions, The American Economic Review, 1941, S. 332 ff.

8) Malmgren, H. B., What Conclusions are to be Drawn from Empirical Cost Data? The Journal of Industrial Economics, 1959, S. 136 ff.

52. Unvollkommenheiten empirischer Kostenuntersuchungen

521. Analytische Kostenfunktionen

Der wesentlichste Unterschied zwischen den auf Verbrauchsfunktionen basierenden theoretischen Kostenfunktionen und den von uns angeführten empirischen Kostenfunktionen besteht darin, daß erstere auf synthetischem, letztere jedoch auf analytischem Wege ermittelt werden. Dies bedeutet, daß bei den auf Verbrauchsfunktionen aufbauenden Kostenkurven diese ausgehend von dem auf eine Produktionseinheit entfallenden Verbrauch eines Produktionsfaktors über die Faktoreinsatzfunktionen in der Weise aufgestellt werden, daß gleichsam wie bei einem Hausbau Stein auf Stein gefügt wird, alle Kostenelemente zusammengetragen werden, bis das Endergebnis die Kostenfunktion darstellt.

Eine grundsätzlich andere Methode wird bei den von uns angeführten empirischen Kostenuntersuchungen angewendet, und zwar stellt man die Gesamtkosten für unterschiedliche Beschäftigungsgrade als in den meisten Fällen ungeteilten Komplex fest und versucht, mit Hilfe statistischer Methoden aus den beobachteten Werten die empirische Kostenfunktion abzuleiten. DEAN unterscheidet zwar drei verschiedene Methoden zur Ermittlung empirischer Kostenfunktionen, er mißt jedoch nur der statistischen Methode genügend Bedeutung für die Gewinnung aussagefähiger Ergebnisse zu.[1] Hierbei wäre es eine grobe Vereinfachung, anzunehmen, daß die bei einem bestimmten Beschäftigungsgrad beobachteten Kosten allein das Resultat des ausgewiesenen Kostenbestimmungsfaktors Beschäftigung seien. Wir haben in Kapitel 2 einen wenn auch nicht erschöpfenden Katalog von Kostenbestimmungsfaktoren aufgestellt und gezeigt, in welch vielfältiger und kombinierter Weise die Vielzahl von Kostenbestimmungsfaktoren des Mengengerüst und auch das Kostengerüst des betrieblichen Kombinationsprozesses beeinflußt. Die traditionelle

---

1) Dean, J., Managerial Economics, a. a. O., S. 279 ff. nennt:

1. Statistical Approach,
2. Accounting Approach = Kostenanalyse und Aufspaltung der Kostenarten in ihre fixen, intervallfixen und variablen Bestandteile,
3. Engineering Approach = grobe Kostenschätzungen aufgrund der Kenntnis der physischen Beziehungen, unterstützt durch zusammengefaßte Urteile von Praktikern.

Kostentheorie ging jedoch davon aus, alle Kostenbestimmungsfaktoren mit Ausnahme der Beschäftigung als konstant anzusetzen und allein die Beschäftigung als unabhängige Variable zu berücksichtigen. [1]

Zwar gibt die Statistik mit der multiplen Regressionsanalyse die Möglichkeit, den Einfluß einiger weiterer unabhängiger Variabler teilweise auszuschalten [2] [3], jedoch wird diese Möglichkeit einmal wegen der mit ihrer Durchführung verbundenen Schwierigkeiten und zum anderen wegen des großen dazu erforderlichen Rechenaufwandes nur in Ausnahmefällen durchgeführt werden können, und es gelingt zudem auch nicht, alle Kosteneinflüsse mit Ausnahme der Beschäftigung auszuschalten. Man hat sich daher im allgemeinen auch darauf beschränkt, die Auswirkungen von Preisänderungen im Zeitablauf mit Hilfe von Indexziffern zu korrigieren [4] und die derart erzielten Kostengrößen in Abhängigkeit von der Ausbringung darzustellen. [5]

Es leuchtet unmittelbar ein, daß es große Schwierigkeiten bereitet, aus dem Gesamtkomplex der Kosten Kostenteile, die nicht der Beschäftigung zuzurechnen sind, auszuschalten, während synthetisch aufgebaute Kostenfunktionen viel leichter auf solche Nebenwirkungen hin untersucht werden können.

Werden aber die Auswirkungen der übrigen Kostenbestimmungsfaktoren auf die Kostenhöhe nicht in genügendem Maße berücksichtigt, dann erscheint es zumindest äußerst zweifelhaft, ob die durch statistische Methoden zu einer Kostenfunktion verbundenen empirischen Kostenwerte wirklich die gewünschte funktionale Beziehung zwischen Kosten und Beschäftigung zum Ausdruck bringen. [6]

---

1) Dean, J., Managerial Economics, a. a. O., S. 274: "In economic analysis the cost function usually refers to the relationship alone between cost and rate of output, and thus assumes that all of the other independent variables are kept constant."

2) Vgl. Ezekiel, M., Methods of Correlation Analysis, New York 1930

3) Dean verwendet die Methode der multiplen Regressionsanalyse u. a. in der Kostenanalyse einer Strumpffabrik. Vgl. hierzu Dean, J., Statistical Cost Functions of a Hosiery Mill, a. a. O., S. 34 ff.; derselbe, Statistical Determination of Cost a. a. O., S. 111

4) Vgl. insbesondere die Untersuchungen von Yntema und Ehrke.

5) Auf die Problematik der Preiskorrekturen werden wir weiter unten noch eingehen.

6) National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, a. a. O., S. 88: "Strictly speaking it is impossible to be certain that the effects of all other factors (außer der Beschäftigung, d. Verf.) have been eliminated."

Die empirische Kostenfunktion kann dann höchstens als approximativ angesehen werden. Wir haben in Kapitel 232 nachgewiesen, daß es in solchen Fällen zweckmäßig erscheint, nicht mehr eindeutige Kostenfunktionen aufzustellen, sondern, da die Kostenfunktionen nur approximative Mittelwerte darstellen und die Istkosten in einer mehr oder weniger großen Streuung um diese Mittelwerte schwanken, diese wenig aussagefähigen Kostenfunktionen durch Kostenbänder zu ersetzen, welche die positive und negative Begrenzung der zu erwartenden Streuung angeben. [1)]

Es zeigt sich, daß allein schon durch die bisher bei empirischen Kostenuntersuchungen angewandte analytische Methode Schwierigkeiten in die Analyse hineingetragen werden, die nur sehr schwer umgangen werden können und an der Genauigkeit der erzielten Ergebnisse zweifeln lassen. Wir werden auf dieses Problem noch weiter unten bei der Besprechung der geometrischen Form der empirischen Kostenfunktion zurückkommen.

22. Die Problematik des Beschäftigungsgrades bei empirischen Kostenuntersuchungen

Voraussetzung für die eindeutige Zurechenbarkeit der variablen Kosten auf die sie verursachende Beschäftigung, ist das Vorliegen eines homogenen Beschäftigungsmaßstabes. In Einproduktunternehmungen bietet sich die Anzahl der ausgebrachten Erzeugniseinheiten für den Untersuchungszeitraum als geeignete Bezugsgröße an, bei Sortenfertigung erscheint die Gewinnung eines einheitlichen Beschäftigungsmaßstabes mit Hilfe von Aequivalenzziffern sinnvoll; in den Fällen jedoch, wo in einer Unternehmung eine Vielzahl heterogener Produkte gefertigt wird, lehnten wir schon in Kapitel 371 die Möglichkeit, eine homogene Bezugsgröße gewinnen zu können, als irrealistisch ab, verzichteten aus diesem Grunde auf die Erstellung einer Gesamtkostenkurve und beschränkten uns darauf, Teilfunktionen für jede Kostenstelle zu ermitteln.

Daher stellt das Auffinden einer geeigneten Bezugsgröße für die Beschäftigungsmessung u. E. das schwerwiegendste Problem bei empirischen Unter-

---

1) Vgl. insbesondere die Abb. 10, 11 und 12 in Kapitel 232.

suchungen dar.[1]

Die sich mit empirischen Kostenuntersuchungen beschäftigenden Autoren kapitulierten jedoch nicht vor dieser Aufgabe, sondern versuchten, auch wenn heterogene Produkte hergestellt wurden, eine gemeinsame Bezugsgröße für die Beschäftigung zu finden. Die multiple Regressionsanalyse bietet die Möglichkeit, mehrere Bezugsgrößen als unabhängige Veränderliche in die Analyse einzubeziehen, z. B. Kilometer und Tonnenkilometer bei der Ermittlung einer Transportkostenfunktion oder Fläche und Gewicht in der Ledergürtelindustrie.[2] Im allgemeinen beschränkt man sich aber darauf, mit Hilfe von Indexziffern die heterogene Ausbringung auf eine gemeinsame Bezugsgröße umzurechnen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die bei dieser Methode zweifellos auftretenden Fehlerquellen die Genauigkeit des Ergebnisses nicht in solch entscheidender Weise beeinflussen, daß Schlußfolgerungen daraus nur mit starken Einschränkungen gezogen werden können.

Aus der Vielzahl der empirischen Kostenuntersuchungen und angewandten Ausbringungsmaßstäben[3] wollen wir zwei Beschäftigungsmaßstäbe einer kritischen Betrachtung unterziehen, und zwar den "Old warehouse value"[4] von DEAN und die "Weigthed tons of product shipped"[5] von YNTEMA.

---

1) Vgl. auch Dean, J., Managerial Economics, a.a.O., S. 284: "Measurement of output ist usually the hardest problem in statistical determination of cost. The theoretical cost functions discussed above assume that output consists of homogeneous units of a single product. Actually, however, almost all modern plants produce a number of varied products. This is true even when output appears at first blush to be homogeneous, as in the hosiery mill and the leather shop."

2) Vgl. Dean, J., Managerial Economics, a. a. O., S. 284.

3) Dean, J., Statistical Determination of Costs, a. a. O., S. 26: "Output may be reflected by some input item which is proportional to output or it may be measured more directly by some index of output:

Physical Units	Value Units
Measures of input	Measures of input
Board feet of lumber	Value of direct materials
Direct labor hours	Dollars of direct wages
Measures of output	Measures of output
Number of board feet	Wholesale price
Number of cases (pieces)	Standard cost
Number of each type case	Old warehouse value."

4) Derselbe, a. a. O., S. 27

5) Yntema, Th. O., U. S. Steel Study, a. a. O., S. 237

DEAN untersuchte im Rahmen seiner Dissertation [1] die empirische Kostenkurve einer Möbelfabrik für einen Zeitraum von 3 Jahren (1932 - 1934), wobei die Betriebsgröße während des Beobachtungszeitraumes konstant blieb. Da diese Möbelfabrik jedoch eine Vielfalt von verschiedenen Modellen herstellte [2], mußte eine gemeinsame Bezugsgröße für die heterogenen Produkte gefunden werden. DEAN glaubt, mit Hilfe des Old warehouse value diesen gordischen Knoten [3] zerschlagen zu haben.

Der Old warehouse value stellt die um Geldwertschwankungen berichtigten Standardkosten dar, die für jedes Möbelmodell als Summe der 3 folgenden Kostenkomponenten ermittelt wurden:

1. Standardlohnkosten, umgerechnet auf das Lohnniveau von 1925,
2. Standardmaterialkosten, wobei Preis- und Qualitätsschwankungen ausgeschaltet wurden,
3. Maschinengemeinkosten unter Zugrundelegung der Normalbeschäftigung.

Da es zu schwierig war, ein gemeinsames physikalisches Maß für die Beschäftigung zu finden, wurde mit dem Old warehouse value ein Wertmaßstab gebildet, dessen Maßeinheit der auf Geldwertschwankungen hin berichtigte Dollar wurde. Nach DEAN ist der Old warehouse value sowohl eine Maßgröße für die in der Produktion verbrauchten Faktoreinsatzmengen als auch eine Maßgröße für die mengenmäßige Ausbringung [4], wobei uns jedoch die zweite

---

1) Dean, J., Statistical Determination of Costs, a. a. O.

2) Dean, J., Statistical Cost Curves, Journal of the American Statistical Association, 1937, S. 83: "Since this factory manufactured a great variety of models and styles of furniture a major problem arose in devising a common denominator for measuring this diverse output."

3) Ebenda, S. 83: "Faced thus with complex theoretical problems of joint production, the best practical solution appeared to be cut this Gordian Knot by using as the output unit the sum of the deflated standard costs of the articles produced ... called hereafter ' old warehouse value'."

4) Dean, J., Statistical Determination of Costs, a. a. O., S. 28: "From one point of view total old warehouse value is an index of physical inputs under constant price andoperating conditions. From the point of view pertinent to this study, however, total old warehouse value is a weighted sum of the various items of output and, consequently, is an index of volume of output."

Aussage nicht recht einleuchtet.

Es stellt sich die Frage, ob der Old warehouse value, diese aus den Fertigungslöhnen, dem Fertigungsmaterial und den der Fertigungsapparatur zuzurechnenden Gemeinkosten gebildete Summe, einen homogenen Beschäftigungsmaßstab [1] bildet, der in strammer Korrelation zur Kostenverursachung steht. Diese Forderung ist erfüllt unter der einschränkenden Voraussetzung, daß bei Beschäftigungsschwankungen die Ausbringungsmengen der einzelnen Möbelmodelle sich stets in einem festen Verhältnis zueinander verändern. [2] Ist dies aber nicht der Fall, dann treten Änderungen in dem prozentualen Anteil der Kostenarten an dem Old warehouse value auf und besonders prozentuale Veränderungen der anteiligen Gemeinkosten dürften den Genauigkeitsgrad der Analyse beeinflussen oder es müßte wenigstens unterstellt werden, daß alle übrigen Gemeinkosten sich proportional zu den im Old warehouse value geführten Maschinengemeinkosten verändern. Zudem erscheint die Messung von Kosten durch einen Teil der Herstellkosten, denn der Old warehouse value ist nichts anderes, nicht gerade als glücklich.

Dennoch stellt der Old warehouse value, wenn die Zusammensetzung des Produktionsprogramms nicht allzusehr variiert, eine Bezugsgröße dar, die in einer annähernd genauen Beziehung zur Kostenverursachung steht. Wir haben daher auch den Old warehouse value aus der Vielzahl der Beschäftigungsmaßstäbe herausgegriffen, weil er u. E. noch am ehesten den funktionalen Zusammenhang zwischen Kosten und Beschäftigung zum Ausdruck bringt.

Mit weit größeren Vorbehalten, als dies beim Old warehouse value der Fall war, muß die bei der YNTEMA-Untersuchung benutzte Bezugsgröße "Weighted

---

1) Das Committee on Price Determination kommt zu dem Ergebnis, daß die Einzelkosten bei heterogener Ausbringung eine geeignete Bezugsgröße für die Beschäftigung bilden können. Vgl. National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, a. a. O., S. 87: "The best weights of individual products, in the construction of composite indexes of output for cost functions would usually appear to be their direct costs."

2) Ebenda, S. 87: "Regardless of the system of weighting for indexes of output, the assumption must be made that the weight of each individual element in the composite unit remains unchanged throughout the period of observation. The longer the period of observation the less likelihood there is that any proportion of component products will remain unchanged."

tons of product shipped" beurteilt werden. [1] Hier galt es für den riesigen Konzern der United States Steel Corporation, innerhalb dessen sich 50.000 verschiedene Produkte und Dienstleistungen unterscheiden lassen und der zu seinem Einzugsbereich neben Stahlwerken auch Kohlen- und Eisenerzgruben, Zementwerke, Eisenbahnlinien und Reedereien zählt, einen gemeinsamen Beschäftigungsmaßstab zu finden.

Alle Produkte wurden auf Tonnenbasis gewalzten und verarbeiteten Stahls umgerechnet. Für die auf Tonnenbasis verkauften Nichtstahlprodukte der Tochtergesellschaften der U. S. Steel wurde mit Ausnahme der Zementerzeugung ein Aequivalent an Bruttotonnen gewalzten und verarbeiteten Stahls in die Gesamtsumme der verladenen Produkte aufgenommen. Um die "rolled and finished steel products", die je nach Fertigungsverfahren unterschiedlich hohe Fertigungskosten aufwiesen, auf einen gemeinsamen Nenner bringen zu können, wurden sie mit Kostenaequivalenzziffern gewogen. Die Aequivalenzziffern wurden in der Weise gebildet, daß die Durchschnittskosten je Tonne für jedes einzelne Produkt durch die Durchschnittskosten je Tonne aller Produkte dividiert wurden, also

$$\text{Aequivalenzziffer für das Produkt A} = \frac{\text{Durchschnittskosten je Tonne von Produkt A}}{\text{Durchschnittskosten je Tonne aller Produkte}}$$

Beispiel: Vom einem Produkt A werden jährlich 1.000.000 t zu je 75 ℳ/t hergestellt. Die durchschnittlichen Herstellkosten für die ganze Unternehmung betragen 60 ℳ/t. Mit Hilfe der Aequivalenzziffer wird die Ausbringung des Produktes A auf gewogene Tonnen umgerechnet:

$$\text{Gewogene Tonnen} = 1.000.000 \cdot \frac{75}{60}$$
$$= 1.000.000 \cdot 1{,}25$$
$$= 1.250.000\ t_g$$

Produkte, deren Herstellkosten je Tonne über dem gesamtbetrieblichen Durchschnitt liegen, werden also mit einer Aequivalenzziffer, die größer als 1 ist,

---

1) Da es uns trotz vieler Bemühungen nicht gelungen ist, Einblick in die weiter oben zitierte Intema-Studie der U. S. States Steel Corporation zu bekommen, waren wir auf die in diesem Einzelfall besonders umfangreiche Sekundärliteratur angewiesen. Vgl. hierzu insbesondere National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, a. a. O., S. 93.

bewertet und umgekehrt.

Unterstellen wir n Produktarten und bezeichnen die Kostenaequivalenzziffern mit a und die Ausbringung der Produkte mit x, dann ergibt sich die gemeinsame Bezugsgröße z als Summe der mit den Aequivalenzziffern gewogenen Ausbringungseinheiten.

$$z = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$
$$z = \sum_{1}^{n} a_i x_i$$

Es leuchtet unmittelbar ein, daß ein aus einer solchen Vielzahl unterschiedlichster Ausbringungseinheiten zusammengesetzter Beschäftigungsmaßstab wohl nur mit erheblichen Einschränkungen als genau bezeichnet werden kann. So wird auch der Beschäftigungsmaßstab der U. S. Steel-Untersuchung von dem sonst sehr vorsichtigen Committee on Price Determination kritisiert und als nicht zufriedenstellend genannt: [1] "Because of the change in the relative importance of such products as 'sheets' through the period 1927 - 39, this measure of output is not entirely satisfactory. (Sperrung durch den Verf.) The independent variation in the output of such nonsteel products as coal, transportation, and iron ore raise essentially similar difficulties, although the direction of the impact of these ambiguities upon 'output' is not readily apparent."

Es fällt auf, daß man als Bezugsgröße die gewogenen Tonnen verladener Produkte wählte, während die Kosten der Periode durch die hergestellten Produkte verursacht wurden. Diese Fehlerquelle soll durch die Feststellung bagatellisiert werden, daß die Lagerbestandsveränderungen nicht von Bedeutung seien, so daß ihr Einfluß auf die Ausbringung vernachlässigt werden könne.

Weiterhin bringt der Beschäftigungsmaßstab "weighted tons of product shipped" nicht die Beschäftigung aller Produktionszweige zum Ausdruck. Die Dienstleistungsbetriebe und auch die Zementfabriken sind aus der Untersuchung aus-

1) National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, a. a. O., S. 99

genommen. Trotzdem wird unterstellt, daß diese Auslassung keinen Einfluß auf die Kostenfunktion ausübt, da die Produktion der in Tonnen gemessenen Erzeugnisse und der nicht in Tonnen gemessenen gleichförmig verlaufe. [1)]

Es zeigt sich, daß die allein schon durch die Wahl des Beschäftigungsmaßstabes in die U. S. Steel-Untersuchung hineingetragenen Fehlerquellen so augenscheinlich sind, daß die Ergebnisse nur mit großen Vorbehalten akzeptiert werden können.

Diese Feststellung, die wir für die YNTEMA-Untersuchung treffen mußten, läßt sich analog auf jede empirische Kostenuntersuchung übertragen, bei der es nicht gelingt, einen homogenen Beschäftigungsmaßstab zu finden, der kritischer Betrachtung standhält. Wir möchten in diesem Zusammenhang nochmals auf unsere Ausführungen in Kapitel 371 über die Problematik von Gesamtkostenkurven verweisen.

Selbst wenn prima facie ein homogener Beschäftigungsmaßstab vorzuliegen scheint, wie dies bei der EHRKE-Untersuchung [2)] der Fall ist, wird die Aussage der Homogenität bei näherer Betrachtung wiederum zweifelhaft. EHRKE wählte als Beschäftigungsmaßstab in seiner Untersuchung, die sich über die Jahre 1858 - 1913 erstreckte, Faß Zement. Ob ein 1913 erzeugtes Faß Zement noch das gleiche Gut wie 1858 darstellt oder sich durch veränderte Produktqualitäten auszeichnet, zumal zwischenzeitlich das "Trockenverfahren" durch das völlig neuartige "Naßverfahren" abgelöst wurde, müßte zuerst noch geklärt werden, bevor die Aussage der Homogenität der Erzeugnisse bestätigt werden kann.

23. Berücksichtigung des Produktionszeitraumes

Ein besonderes Problem bei empirischen Kostenuntersuchungen liegt darin begründet, die Kosten des Beobachtungszeitraumes eindeutig der Ausbringung dieses Zeitraumes zuzurechnen. Im Industriebetrieb sind zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung maschinelle Aggregate und innerbetriebliche Hilfsbereiche geschaltet, so daß entgegen den Voraussetzungen der statischen

---

1) Vgl. hierzu Reustle, R., Über Untersuchungen zur Feststellung der empirischen Kostenfunktion, Diss. Freiburg 1958, S. 45

2) Ehrke, K., Die Übererzeugung in der Zementindustrie von 1858 - 1913, Jena 1933

Analyse in der traditionellen Kostentheorie keine Momentanproduktion erfolgt, sondern zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung ein time lag, also ein je nach der Eigenart des zu erstellenden Erzeugnisses mehr oder minder langes Zeitintervall berücksichtigt werden muß. Nicht allein die fertiggestellten Erzeugnisse müssen daher bei der Feststellung der Beschäftigung gemessen werden, sondern auch alle Halberzeugnisse, die sich noch im Produktionsprozeß befinden, da sie ja ebenfalls Kosten verursacht haben und es falsch wäre, ihre Kosten den Fertigerzeugnissen zuzurechnen.

Besondere Bedeutung kommt auch der Zurechnung der Reparatur- und Abschreibungskosten auf die einzelne Periode zu. Reparaturkosten fallen im allgemeinen stoßweise an und können, wenn sie unverteilt einer einzigen Periode zugeschlagen werden, die Abhängigkeit zwischen Kosten und Ausbringung verdunkeln.[1)]

Die Abschreibungen zerfallen in eine Zeit- und eine Mengenkomponente. Im allgemeinen wird jedoch bei empirischen Kostenuntersuchungen darauf verzichtet, diese Aufteilung der Abschreibungskosten vorzunehmen, sondern man verrechnet sie zeitproportional. Durch diese Maßnahme werden jedoch variable - in fixe Kosten umgewandelt und die Grenzkosten unter ihrer wirklichen Höhe ermittelt. Bei der Aufteilung der Abschreibungen in Zeit- und Mengenkosten unterstellt man im allgemeinen eine lineare Beziehung zwischen Beschäftigung und Mengenabschreibung. Wie wir jedoch bei Behandlung der Theorie der Verbrauchsfunktionen zeigten, hat aber auch die Intensität, mit der die betrieblichen Produkte erstellt werden, einen bedeutenden Einfluß auf die Mengenabschreibung, da bei überhöhter Intensität die Mengenabschreibung je Stück zunimmt.

Nur wenn die Kosten korrekt sowohl der sie verursachenden Beschäftigung und auch dem jeweiligen Beobachtungszeitraum zugerechnet werden, besitzen die abgeleiteten empirischen Kostenfunktionen Aussagewert.

---

1) Vgl. Dean, J., Managerial Economics, a. a. O., S. 288:
"Repair outlays are cumulative, as well as fortuitous, so that some kind of lag correction is usually required."

24. Berücksichtigung von Preisschwankungen

Soll die Beziehung zwischen Kosten und Ausbringung eindeutig zum Ausdruck gebracht werden, ist es erforderlich, die zu verschiedenen Zeitpunkten gemessenen Kostenwerte um den Einfluß von Geldwertschwankungen zu bereinigen, d. h. die Kosten der Faktoreinsatzmengen müssen auf einen bestimmten Zeitpunkt umgerechnet werden. Zwei Voraussetzungen sind nach DEAN in dieser Forderung impliziert: [1]

1. Es erfolgt keine Substitution zwischen den eingesetzten Produktionsfaktoren auf Grund von relativen Preisänderungen.
2. Beschäftigungsschwankungen üben keinen Einfluß auf die Faktorpreise aus.

Im allgemeinen steigt der Beschäftigungsgrad einer Unternehmung, wenn andere Firmen ebenfalls ihre Produktion ausdehnen. Ein Steigen der Beschäftigung einer Unternehmung ist daher eng verbunden mit der Beschäftigung des ganzen Industriezweiges. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Faktorpreise bei Ausdehnung der Beschäftigung über eine bestimmte Grenze hinaus ebenfalls steigen werden. Dies ist gleichbedeutend mit erhöhten Grenzkosten. Dennoch wird bei empirischen Kostenuntersuchungen davon ausgegangen, daß die Faktorkombination und die Faktorpreise bei Ausweitung der Beschäftigung konstant bleiben. [2]

Selbst wenn die beiden angeführten Voraussetzungen zutreffen, ist die Berichtigung der Kosten auf ein bestimmtes Preisniveau noch mit besonderen Schwierigkeiten verbunden.

EHRKE versuchte in seiner Untersuchung [3] die Ausschaltung der Preisschwankungen der Produktionsfaktoren aus den Zeitreihen der Kostenwerte unter Be-

---

1) Dean, J., Managerial Economics, a. a. O., S. 287

2) Derselbe, ebenda: "Whether or not it is correct to assume that the firm's rate of output does not affect input prices, such an assumption is the only practical approach to the determination of the firm's cost - output functions."

3) Ehrke, K., Die Übererzeugung in der Zementindustrie von 1858 - 1913, Jena 1933, S. 298 f.

nutzung des Großhandels-Preisindex zu erreichen: "Nach der Verbesserung zeigten die Daten jedoch in keiner Weise, auch nicht annähernd, den auf Grund der Theorie erwarteten Verlauf, was offenbar darin seinen Grund hat, daß die Preisänderungen der einzelnen Erzeugungsfaktoren der Zementherstellung (Arbeitskraft, Kalkstein, Ton, Steinkohle, Koks u. a.) in den Schwankungen des allgemeinen Großhandels-Preisindex nur ungenügend zum Ausdruck kommen." [1] Eine Korrektur der Kostenwerte mit einem einheitlichen Preisindex zeigt sich daher - und dies dürfte wohl für alle empirischen Kostenuntersuchungen zutreffen - als nicht zweckmäßig, da die Preise der einzelnen Produktionsfaktoren durchaus nicht im gleichen Verhältnis schwanken. EHRKE verbesserte daher die Kostenwerte der wichtigsten Produktionsfaktoren Arbeitskraft, Kalkstein, Ton, Steinkohle und Koks mit Hilfe von Spezialindices auf der Basis der Preise des Januars 1867. Auf diese Weise blieben jedoch 20 - 30 % der Gesamtkosten unverbessert.

SCHNEIDER, der zusammen mit EHRKE diese Untersuchung durchführte, glaubt, daß diese nicht berücksichtigten 20 - 30 % der Gesamtkosten das Ergebnis kaum beeinflussen. [2]

Wir können nicht beurteilen, ob dieser Optimismus in diesem Einzelfall berechtigt ist, jedoch dürften wirklich genaue Ergebnisse nur dann zutreffen, wenn alle eingesetzten Produktionsfaktoren gesondert berichtigt werden. Es kann festgestellt werden, daß durch das Eintreten von Preisschwankungen im Zeitablauf weitere Fehlerquellen in die Analyse hineingetragen werden.

---

1) Ehrke, K., a. a. O., S. 298

2) Vgl. Schneider, E., Versuch einer statistischen Ermittlung von statischen individuellen Kostenkurven, Nationaløkonomisk Tidsskrift, København 1933, S. 163.

53. Zur Frage der Funktionsform empirischer Kostenkurven

Empirische Kostenuntersuchungen wurden zum Teil zu dem Zweck vorgenommen, die theoretische Funktionsform der Kostenkurven empirisch zu verifizieren. [1] Die traditionelle Kostentheorie unterstellt infolge der Inversion der Ertragsfunktionen S-förmige Gesamtkosten- und U-förmige Grenzkostenkurvenverläufe. [2] Man erwartete daher bei den mit Hilfe empirischen Zahlenmaterials erstellten Kostenkurven die von der Kostentheorie unterstellte Funktionsform, nämlich eine Parabel dritten Grades mit der allgemeinen Funktionsgleichung

$$K = ax^3 + bx^2 + cx + d.$$

Es zeigte sich jedoch, daß die meisten der empirischen Kostenuntersuchungen und unter ihnen alle bedeutenden Studien nicht zu den erwarteten parabolischen, sondern zu linearen Kostenverläufen führten mit der allgemeinen Funktionsgleichung

$$K = ax + b$$

DEAN gelangte in sämtlichen von ihm durchgeführten Untersuchungen zu linearen Kurvenverläufen: [3] "In none of the plants studied did the first-difference tests or the tests of significance for the higherdegree functions indicate that a curvilinear totalcost curve fitted the data better than a straight line." Eindeutige Linearität weist die Gesamtkostenkurve der U.S. Steel Corporation auf: [4] [5] "Within the range of actual experience the additional costs ... remain constant at $ 55,73. This is true when production averages is high as 90,4 % and as low as 17,7 % of ingot capacity of the entire year."

---

1) National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, a. a. O., S. 89: "These problems arise in the process of attempting to approximate the cost functions of economic theory."

2) Vgl. unsere Ausführungen in Kapitel 1.

3) Dean, J., Managerial Economics, a. a. O., S. 292

4) Yntema, U. S. Steel Corporation, a. a. O., S. 232, zitiert nach Reustle, R., Über Untersuchungen zur Feststellung der empirischen Kostenfunktion, Diss. Freiburg 1958, S. 60 f.

5) Vgl. hierzu Abb. 42, a. a. O., S. 254

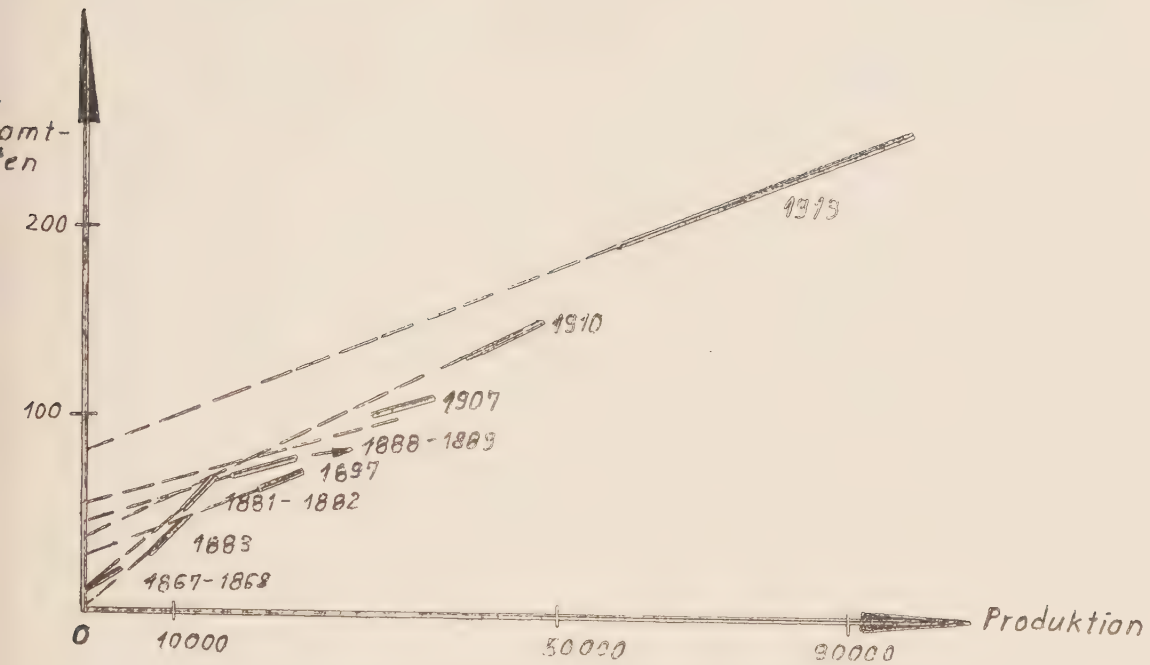


Abb. 42

Auch EHRKE gelangt zu dem Ergebnis der Linearität: [1] [2] "Die Figur (vgl. Abb. 43, d. Verf.) zeigt, daß in den 8 betrachteten Zeitabschnitten die zu ein- und derselben Kurve gehörigen Punkte - mit geringen Abweichungen - den bisherigen Erfahrungen entsprechend genau auf einer geraden Linie liegen."

---

1) Ehrke, K., Die Übererzeugung in der Zementindustrie von 1858 - 1913, Jena 1933, S. 305. Vgl. auch Schneider, E., Versuch einer statistischen Ermittlung von statischen individuellen Kostenkurven, Nationaløkonomisk Tidsskrift, København 1933, S. 163: "Das erste bemerkenswerte Resultat, zu dem eine Beobachtung der Figur (vgl. Abb. 43, d. Verf.) Anlaß gibt, ist, daß sämtliche Kostenkurven im Bereich von null bis zur Kapazität mit großer Genauigkeit geradlinigen Verlauf besitzen."

2) Vgl. hierzu Abb. 43, Ehrke, K., a. a. O., S. 304/305

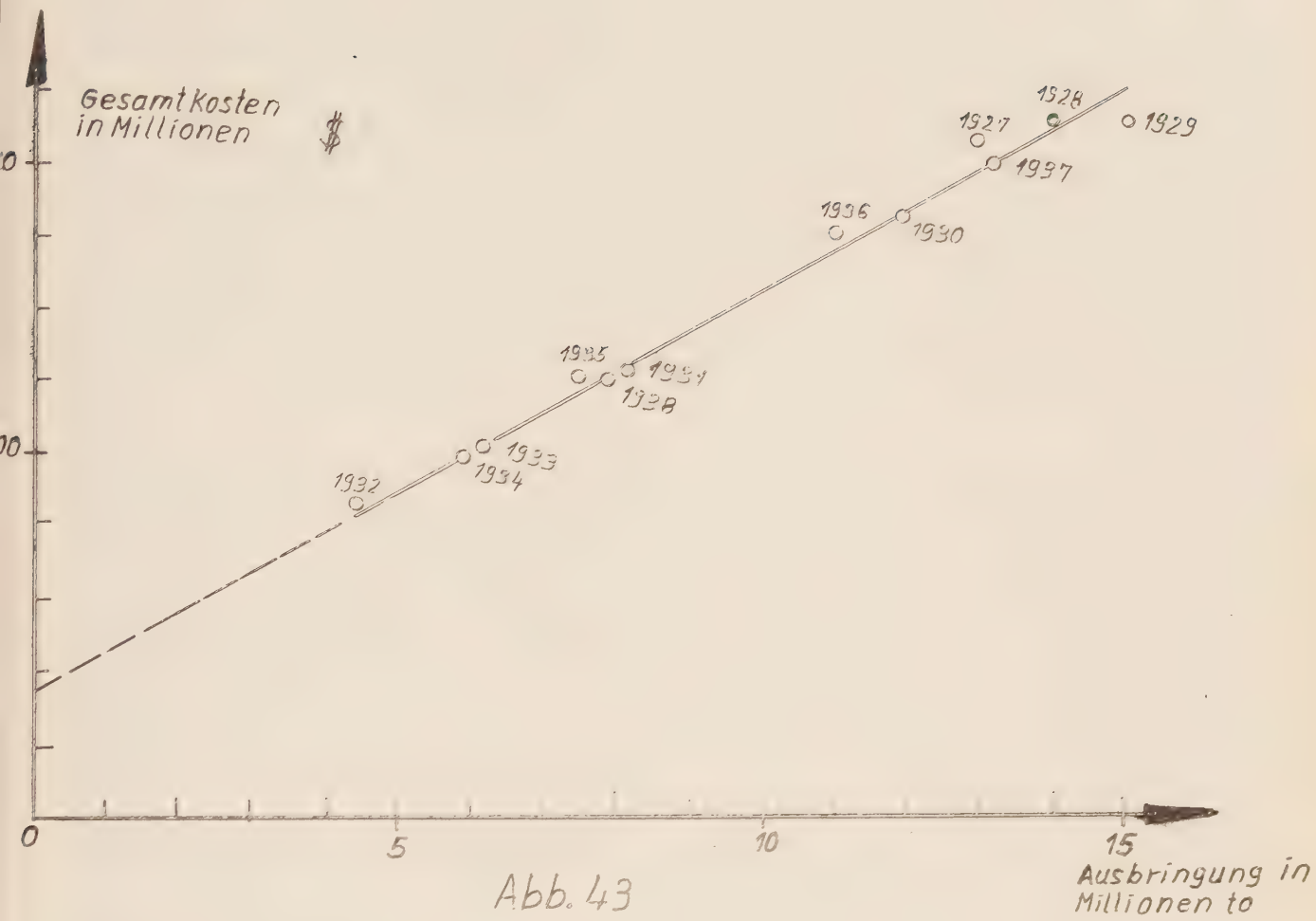


Abb. 43

Die von HILDEBRANDT durchgeführten Untersuchungen führen ebenfalls zu linearen Kurvenverläufen.[1] "Die wieder und wieder beobachtete Erscheinung, daß neben den Werkstoffen und Fertigungslöhnen auch die Gemeinkosten einen in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrade im wesentlichen geradlinigen Verlauf zeigten und bei gleichen Beschäftigungsgraden immer annähernd dieselben Werte wieder erreichten, konnte nicht gut eine Einzelerscheinung nur weniger Werke sein."

Läßt sich nun aus der immer wieder vorgefundenen Linearität der empirischen Kostenkurven die Schlußfolgerung ziehen, daß die Grenzkosten über den gesamten Ausbringungsbereich konstant sind und nicht den von der traditionell Kostentheorie unterstellten zuerst abnehmenden und später zunehmenden Verlauf nehmen?

1) Hildebrandt, R., Geschäftspolitik auf mathematischer Grundlage, Technik und Wirtschaft, 1931, S. 127

Die Kritik zeigte insbesondere anhand der YNTEMA-Studie, daß den angewandten Untersuchungsmethoden eine "inhärente Linearität" [1] innewohnt: [2] "There is evidence that the techniques used in the Steel Study to meet the problems which arise in every such inquiry have introduced some linear bias into the cost function." So wurden die Einflüsse technischer Änderungen, Lohnschwankungen und Steueränderungen mit Hilfe linearer Regressionslinien ausgeschaltet und auch die Methoden der Kostenrechnung begünstigten das lineare Ergebnis; für die Abschreibungen wurde eine lineare Beziehung zwischen Kosten und Beschäftigung angenommen: [3] "The conventional methods of straight line allocation tend to underestimate total costs in periods of large output and to overestimate them in times of low output."

Unsere Ausführungen in den vorangegangenen Kapiteln zeigten, daß alle empirischen Kostenuntersuchungen zwangsläufig mit mehr oder weniger ins Gewicht fallenden Fehlerquellen behaftet sind, so daß die Ergebnisse mit besonderen Vorbehalten betrachtet werden müssen. Die angeführten empirischen Kostenuntersuchungen verbanden die Kostenwerte mit Hilfe eines linearen Trends zu einer Kostenkurve. Es bleibt die Frage offen, ob eine lineare Ausgleichsfunktion die jeweils beste Lösung war. Bei der Mehrzahl der Untersuchungen wird diese Frage nicht genügend überprüft und in einigen wenigen Fällen begnügt sich der Untersuchende damit zu zeigen, daß der Streubereich der Werte innerhalb des normalen Fehlerbereiches um die Regressionslinie liege. Diese Feststellung ist jedoch nicht zufriedenstellend, da es möglich ist, innerhalb des normalen Fehlerbereiches eine unendliche Zahl von Kurven zu legen. [4] Außerdem läßt sich jede Gerade in eine Funktion dritten Grades umwandeln, wenn die kubischen und quadratischen Glieder nur klein genug gewählt werden. RUGGLES beweist mit Hilfe eines Beispiels, [5] daß selbst bei geringfügigen Abweichungen von der Linearität der Gesamtkostenkurve die Grenzkosten bis zu 38 % variieren können.

---

1) Strauss, E., Cost Accounting and Statistical Cost Functions, The American Economic Review, 1945, S. 430

2) National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, a. a. O., S. 96

3) National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, a. a. O., S. 98 f.

4) Vgl. Ruggles, R., The Concept of Linear Total Cost-Output Regressions, The American Economic Review, 1941, S. 332 ff.

5) Ruggles, R., a. a. O., S. 334

Unter Berücksichtigung der möglichen Fehlerquellen läßt sich mit Hilfe der empirischen Kostenuntersuchungen die Frage, ob die Gesamtkostenkurve linear oder leicht S-förmig verlaufe, nicht eindeutig klären. Dennoch ist die immer wieder festgestellte Linearität zumindest ein wichtiges Indiz für Unterschiede zwischen industriellen und theoretischen Kostenkurven, wie die traditionelle Kostentheorie unterstellt. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt auch das Committee on Price Determination: [1] "The examination of empirical Studies ... concluded that in the cases explored a linear cost function was the most probable relation within the observed range of fluctuations of output, although basic difficulties in the method and technique made it impossible to place sufficient confidence in the solution to preclude marginal cost curves with considerable curvature. This conclusion does not justify the statement that all cost functions are linear, but it does suggest that the conditions underlying discussions of 'diminishing returns' not only need to be reexamined, but may not be as typical as presumed."

Trotz der völlig unterschiedlichen Untersuchungsmethode stimmt das Ergebnis der Linearität überein mit dem von uns nach der Theorie der Verbrauchsfunktionen erwarteten Kostenkurvenverlauf, da - rationales Verhalten des dispositiven Faktors unterstellt - die Kostenkurve, wie wir in Kapitel 3 zeigten, innerhalb des normalen Beschäftigungsbereichs linear verläuft. Es muß jedoch davor gewarnt werden, diese Kostenkurven über diesen Bereich hinaus zu extrapolieren. Soll nämlich die Beschäftigung über die normale Kapazität hinaus gesteigert werden, dann ist dies im allgemeinen nur unter Hinnahme erhöhten Faktorverbrauchs je Produktionseinheit möglich, so daß jede statische Kostenfunktion sich an der Kapazitätsgrenze nach oben aufbiegen wird.

Unterstellen wir die Realisierung des Prinzips der Kostenwirtschaftlichkeit, dann zeigt die Theorie der Verbrauchsfunktionen als schlüssiges Ergebnis, daß auch statische Kostenkurven innerhalb des normalen Beschäftigungsbereiches zwangsläufig linear verlaufen müssen.

---

1) National Bureau of Economic Research, Cost Behavior an Price Policy, a. a. O., S. 110 f.

6. Die Bedeutung der "Engineering production functions" für die Produktions- und Kostentheorie.

Unsere Untersuchungen über die GUTENBERGsche Theorie der Verbrauchsfunktionen haben in eindeutiger Weise gezeigt, daß der Faktorverbrauch in einer Kostenstelle nicht ausschließlich von den dort erstellten Produktmengen bestimmt wird, sondern über den Kostenbestimmungsfaktor Intensität können die technischen Eigenschaften der betrieblichen Aggregate den Faktorverbrauch bei gegebener Produktion in starkem Maße beeinflussen.

Während bei der Theorie der Verbrauchsfunktionen die Auswirkungen der technischen Eigenschaften der Maschinen über die Intensität auf den Faktorverbrauch und damit auch auf die Kosten aufgezeigt werden, wurde bei in den USA durchgeführten Untersuchungen in weit stärkerem Maße auf die den Produktionsprozessen zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten zurückgegriffen und versucht, mit Hilfe von technisch erarbeiteten Ergebnissen, funktionale Beziehungen zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung aufzustellen, die unter der Bezeichnung "Engineering production functions" in der Literatur insbesondere von FERGUSON und CHENERY beschrieben wurden. [1)]

CHENERY sucht eine Möglichkeit, die Diskrepanz zwischen Technik und Wirtschaftswissenschaften zu überbrücken. Er versucht, die Produktionsfunktion der traditionellen Theorie mit Hilfe technischer Maßgrößen für die industrielle Produktion nutzbar zu machen. Der Grundunterschied zwischen der technischen und wirtschaftswissenschaftlichen Arbeitsweise liegt für CHENERY in der Ausgangsbasis. Während der Wirtschaftswissenschaftler sich mit Betriebsanlagen, Unternehmungen oder Industrien beschäftigt, untersucht

---

1) Ferguson, Allen R., Empirical Determination of a Multidimensional Marginal Cost Function, Econometrica 1950, S. 217 ff.

ders., Commercial Air Transportation in the United States, in: Studies in the Structure of the American Economy, herausgegeben von W. Leontief, New York 1953, S. 421 ff.

Chenery, Hollis B., Engineering Production Functions, The Quarterly Journal of Economics 1949, S. 507 ff.

ders., Process and Production Functions from Engineering Data, in: Studies in the Structure of the American Economy, a. a. O. S. 297 ff.

der Ingenieur vorwiegend getrennte physikalische Prozesse. [1] Wünscht der Wirtschaftswissenschaftler technische Daten bei der Aufstellung einer Produktionsfunktion zu berücksichtigen, muß er auf das Zwischenstadium der technischen Kalkulation zurückgreifen und die Möglichkeiten verschiedener Faktoreinsätze in Erwägung ziehen. Zu diesem Zweck wird der Produktionsprozeß in Elementarvorgänge zerlegt, die physikalischen oder chemischen Gesetzmäßigkeiten folgen. [2]

CHENERY beschreibt zwei Möglichkeiten zur Ableitung der funktionalen Beziehungen zwischen den verschiedenen technischen Größen. [3] Die experimentelle Methode ermöglicht es, auf Grund von Beobachtungen der technischen Größenverhältnisse bereits ablaufender Prozesse mit Hilfe der Umrechnung und Extrapolation auf die Größenordnung ähnlicher Prozesse zu schließen. Die alternative Methode stützt sich auf Laboratoriumsexperimente. Der beobachtete Prozeß wird zunächst auf ein Idealsystem zurückgeführt, indem die physikalischen und chemischen Gesetzmäßigkeiten erforscht werden. Wenn alle wichtigen Transformationen, die in einem Produktionsprozeß stattfinden, durch Idealsysteme darstellbar sind, können mit großer Sicherheit daraus Alternativmöglichkeiten abgeleitet werden. Im allgemeinen kann jedoch ein industrieller Produktionsprozeß kaum in einer vollständigen Weise allein auf der Basis eines analytischen Modells erfaßt werden. In der Mehrzahl der Fälle greift man daher auf eine Kombination von experimenteller und analytischer Methode zurück.

Das Hauptproblem bei der Aufstellung von Engineering production functions besteht darin, eine Beziehung zwischen den technischen Eigenschaften (engineering variables) und den Produktionsfaktoren (economic variables) herzustellen und aus der Kombination der einzelnen Teilfunktionen eine betriebliche Gesamtfunktion zu schaffen.

---

1) Chenery, Engineering Production Functions, a. a. O., S. 509

2) Chenery, a. a. O., S. 508

3) Chenery, Process and Production Functions, a. a. O., S. 298

CHENERY unterscheidet in seiner Untersuchung drei Gruppen unabhängiger Variabler [1]:

1) Economic factors of production, das sind die klassischen Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital;

2) Physical inputs, das sind Produktionsfaktoren, die neben den klassischen Produktionsfaktoren in der Produktionsfunktion erscheinen;

3) Engineering variables, das sind technische Einflußgrößen.

Die Arbeiten CHENERYs basieren auf folgenden Gleichungen: [2]

$$(1) \quad u_i = u_i (v_1 \ldots v_n) \qquad (i = 1, \ldots, n)$$

u_i = Faktoreinsatzmenge eines Produktionsfaktors i
v_i = technische Variable i (engineering variable)
p_i = Preis für einen Produktionsfaktor i

Gleichung (1) gibt den Faktorverbrauch eines Produktionsfaktors i in Abhängigkeit von den technischen Einflußgrößen des zugrundeliegenden Produktionsprozesses an.

$$(2) \quad p_i = p_i (v_1 \ldots v_n)$$

Gleichung (2) stellt den Faktorpreis ebenfalls in eine funktionale Beziehung zu den technischen Einflußgrößen v.

$$(3) \quad x = f (u_1 \ldots u_m)$$

x = Ausbringung je Zeiteinheit

Gleichung (3) ist identisch mit der Produktionsfunktion der klassischen Produktionstheorie, welche die Ausbringung in Abhängigkeit von den 1 - m Faktoreinsatzmengen darstellt.

---

1) Chenery, Engineering Production Functions, a. a. O., S. 510
2) Chenery, a. a. O., S. 511

Die entsprechende Engineering production function ist dann:

$$(4) \quad x = g(v_1, \ldots, v_n),$$

da die u der Gleichung (3) alle durch die $v_1 - v_n$ ersetzt werden können.

Die allgemein übliche Gesamtkostenfunktion

$$(5) \quad C = \sum_{1}^{m} iu_i p_i$$

kann ebenfalls umgeformt werden zu:

$$(6) \quad C = h(v_1, \ldots, v_n),$$

da sowohl Mengen als auch Kosten Funktionen der technischen Einflußgrößen sind.

In der deutschen Literatur hat in ausführlicher Weise erstmals LASSMANN [1] die Engineering production functions beschrieben und zwar insbesondere das Flugzeugbeispiel von FERGUSON. Wir wollen daher - um Wiederholungen zu vermeiden - auf das in den angeführten Beispielen von CHENERY beschriebene Beispiel näher eingehen.

CHENERY entwickelt in seinen Aufsätzen eine Produktionsfunktion für den Transport von Naturgas mit Hilfe einer Rohrleitung. Die Menge des mit Hilfe einer Pipeline während eines bestimmten Zeitraumes transportierbaren Gases hängt ab von dem Durchmesser der Pipeline, dem Gasdruck und dem Druckabfall entlang der Rohrleitung. Eine Erhöhung der Kapazität kann erreicht werden durch einen vergrößerten Durchmesser, eine dickere Wandstärke der Rohrleitung und eine Verstärkung des Kompressors. Es besteht also die Möglichkeit der peripheren Substitution zwischen den beiden Produktionsfaktoren Rohrleitung (Rohrdurchmesser und Wandstärke) und Kompressor. Bei gleichbleibendem Durchmesser der Rohrleitung kann bei genügender Wandstärke die Menge des zu transportierenden Gases mit Hilfe eines verstärkten

1) Lassmann, G., Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln und Opladen 1958, S. 136 ff.

Kompressors gesteigert werden oder bei gleichbleibender Stärke des Kompressors führt ein erweiterter Durchmesser der Pipeline ebenfalls zu einem höheren Ertrag.

Die grundlegende Produktionsfunktion, die sich jedoch lediglich auf die Rohrleitung bezieht, wird wie folgt dargestellt: [1]

$$(7) \quad x = KD^{2/3} \sqrt{P_1^2 - P_2^2}$$

x = Kapazität in Millionen Kubikfuß je Tag
K = Parameter, der das spezifische Gewicht des Gases, seine Temperatur und die Länge der Rohrleitung zwischen den Kompressorenstationen berücksichtigt
D = Durchmesser der Rohrleitung in Zoll
P_1 = Druck am Anfang der Rohrleitung in Pounds je Quadratzoll
P_2 = Druck am Ende der Rohrleitung in Pounds je Quadratzoll

Da alle eingesetzten Variablen sich proportional zur Länge der Rohrleitung verhalten sollen, wählt CHENERY als Ausgangspunkt eine Rohrleitung mit einer Länge von 100 Meilen.

Für den Kompressor gilt folgende Gleichung:

$$(8) \quad H = (28{,}75R - 13{,}9)x$$

H = technische Leistung des Kompressors in PS

$R = \frac{P_1}{P_2}$ = Druckverhältnis

Weitere Bestimmungsgleichungen CHENERYs lauten:

$$(9) \quad P_1 = \frac{2\,S\,T}{D}$$

S = Druckbeanspruchung der Rohrwand in Pounds je Quadratzoll
T = Stärke der Rohrwand in Zoll
W = Gewicht der Rohrleitung

1) Chenery, a. a. O., S. 515

(10) $W = 28{,}2\ D\ T$

Gleichung (7) wird mit Hilfe der Gleichungen (8) und (9) wie folgt umgewandelt:

(11) $x = K_1\ D^{5/3}\ T\ \sqrt{1 - 1/R^2}$

Für den Parameter K_1 und die Druckbeanspruchung S sowie die Länge der Rohrleitung werden konstante Werte angenommen. Die Gleichung (8) und (11) geben die nach Gleichung (1) verlangten Beziehungen zwischen den Einsatzmengen der einzelnen Produktionsfaktoren (Physical Inputs) und den technischen Einflußgrößen (Engineering Variables) wieder. Gleichung (8) ist gleichzeitig eine getrennte Produktionsfunktion für den Kompressionsprozeß, die dazu Verwendung findet, das Druckverhältnis R in die erforderliche technische Leistung in PS umzuwandeln. Es wird unterstellt, daß alle Kosten der Kompression von den geleisteten Pferdestärken abhängen. Gleichung (11) stellt also die eigentliche Produktionsfunktion der Ferngasleitung dar.

Die Hauptprobleme bei der Planung einer Ferngasleitung liegen in der Bestimmung der Wandstärke und des Durchmessers der Rohrleitung sowie der Größe und Entfernung der einzelnen Kompressorenstationen. Unter Zugrundelegung der von CHENERY aufgestellten Produktionsfunktion besteht nun bei Neuerrichtung einer Ferngasleitung bei gegebener Kapazität die Möglichkeit der Substitution zwischen den beiden Produktionsfaktoren Rohrleitung und Kompressoren, da der Einsatz von Arbeit, Öl und Unterhaltung der Anlage, nachdem sie erst einmal errichtet worden ist, ziemlich festliegt.

Sämtliche bei dem Gastransport anfallenden Kosten hängen nach CHENERY bei gegebener Länge der Rohrleitung von den Bestimmungsgrößen D (Durchmesser der Rohrleitung), T (Wandstärke), R (Druckverhältnis) und x (zu befördernde Gasmenge) ab.

Um die Minimalkostenkombination ermitteln zu können, geht CHENERY von einer durch empirische Untersuchungen der Federal Power Commission gestützten Kostenfunktion aus:

(12) $C = (a_1 i + b_1)H + (a_2 + a_4)\, i\, W + (b_2 + a_4 i)\, D + a_3 + c_1 C$

C = jährliche Gesamtkosten je 100 Meilen Rohrleitung

$a_1 = a_1(H)$ = Investitionskosten je PS

$a_2 = a_2(S)$ = Investitionskosten, je Tonne Gewicht

a_3 = Investitionskosten, die nur von der Länge der Rohrleitung abhängen

a_4 = Investitionskosten, die nur von dem Gewicht der Rohrleitung abhängen

a_5 = Investitionskosten, die nur von dem Durchmesser der Rohrleitung abhängen.

$b_1 = b_1(H)$ = jährliche Betriebskosten je PS

$b_2 = b_2(T)$ = jährliche Instandhaltungskosten je Zoll Durchmesser der Rohrleitung

c_1 = sonstige Betriebskosten als Bruchteil der Gesamtkosten

i = kombinierter jährlicher Satz für Zinsen, Zeit- und Gebrauchsverschleiß

Im weiteren Verlauf seines Beispiels differenziert CHENERY die Gleichungen (11) und (12) jeweils partiell nach R, T und D und ermittelt die zugehörigen Werte von R, T und D aufgrund der Bedingung der Minimalkostenkombination. Es würde hier zu weit führen, die ausführliche und verwickelte mathematische Beweisführung wiederzugeben. Es gelingt jedenfalls CHENERY für jede Kapazität x die Größen R, T und D und damit auch H und W zu ermitteln. Die in dieser Weise abgeleitete Produktionsfunktion gibt an, welche Kombination zwischen den beiden Produktionsfaktoren Rohrleitung und Kompressor gewählt werden muß, um unter Berücksichtigung der technischen Einflußgrößen für eine beliebige Kapazität x die Gesamtkosten zu minimieren.

Die Darstellung CHENERYs beantwortet lediglich die Frage nach der kostenminimalen Faktorkombination bei voller Kapazitätsausnutzung. Sie läßt jedoch keine Rückschlüsse zu, in welcher Weise Kostenänderungen bei einer Ausnutzung der Ferngasleitung unter der Kapazitätsgrenze erfolgen. Die Untersuchungen CHENERYs sind daher nicht geeignet, die Frage nach der Form der Kostenkurve zu beantworten. Sie kann aber wertvolle Dienste bei der Vor-

nahme von Wirtschaftlichkeitsrechnungen vor der Entscheidung über die zu wählende Kapazität der Ferngasleitung leisten.

Es fällt auf, daß CHENERY bei seinen Untersuchungen lediglich den Produktionsfaktor Kapital (in Form der Rohrleitung und der Kompressorstationen) einer eingehenden Überprüfung unterzogen hat. Alle übrigen Produktionsfaktoren faßt er zusammen und unterstellt für sie eine proportionale Beziehung zwischen ihrem Verbrauch und der Anzahl der installierten PS und dem Durchmesser der Rohrleitung. Vor allem die Möglichkeit des Potentialfaktors Arbeit werden von CHENERY außer Acht gelassen.

CHENERY hat darauf hingewiesen, daß lediglich analytische Untersuchungen zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen können. Er verwendet aber selbst in seiner Kostenfunktion empirisches Zahlenmaterial, das er den statistischen Studien der Federal Power Commission entnommen hat. Dadurch werden aber wiederum Ungenauigkeiten in die Analyse eingeführt.

Die Antwort auf die Frage, ob die Engineering production functions das theoretische Grundgerüst für ein geschlossenes System der Produktions- und Kostentheorie bilden können, muß u. E. bei dem augenblicklichen Stand der Forschung verneint werden.

Engineering production functions können jeweils nur dann aufgestellt werden, wenn eindeutige technische Gesetzmäßigkeiten vorliegen. Diese Annahme kann zwar für viele technische Teilprozesse gemacht werden, aber vor allem der Einsatz des Potentialfaktors Arbeit läßt sich noch nicht für alle betrieblichen Teilbereiche eindeutig mit Hilfe funktionaler Beziehungen festlegen.

Mit Hilfe der Engineering production functions ist es möglich, für viele betriebliche Teilbereiche technische Produktionsfunktionen aufzustellen. Mit sehr großen Schwierigkeiten, wenn nicht unmöglich, wird jedoch der Versuch sein, diese Analyse nicht nur auf Teilbereiche zu beschränken sondern auf den gesamten betrieblichen Produktionsprozeß auszuweiten. CHENERY wählte für seine Untersuchung mit der Ferngasleitung ein sehr einfaches Beispiel, die Untersuchungen FERGUSONS (vgl. hierzu insbesondere die Ausführungen LASSMANNs) beschränken sich sogar auf die funktionale

Darstellung eines Produktionsfaktors, nämlich des Treibstoffs für den Flugzeugverkehr. Die Anwendung der Theorie der Engineering production functions auf eine Mehrproduktunternehmung erscheint im Augenblick noch nicht sinnvoll, zumal sehr viel mathematische Arbeit geleistet werden muß.

Soweit jedoch die Möglichkeit besteht, diese technischen Spezialfunktionen zu ermitteln, stimmen wir voll mit LASSMANN überein, daß "Kostenfunktionen, die auf derartige technisch so weitgreifend fundierten Produktionsfunktionen aufbauen, als die aussagefähigsten und genauesten bezeichnet werden können,"[1] die wir im Augenblick kennen.

Nach unserer Ansicht liegt die große Bedeutung der Engineering production functions nicht darin, ein neues in sich geschlossenes System der Produktions- und Kostentheorie zu bilden, wie sie die traditionelle Theorie und die Theorie der Verbrauchsfunktionen darstellen, sondern die Engineering production functions weisen den Weg, in welcher Richtung die GUTENBERGsche Theorie der Verbrauchsfunktionen weiterentwickelt werden muß, daß nämlich zusätzlich zur Beschäftigung und Intensität weitere Kostenbestimmungsfaktoren, insbesondere technischer Art, in die Funktionsanalyse mit einbezogen werden müssen. Es besteht kein Grund dagegen, technische Spezialfunktionen, soweit sie bekannt sind, in die Theorie der Verbrauchsfunktionen einzubauen. Es besteht also kein Gegensatz zwischen Verbrauchsfunktionen und Engineering production functions, sondern Engineering production functions sind nichts anderes als weiterentwickelte Verbrauchsfunktionen, und die Theorie der Verbrauchsfunktionen bietet das theoretisch geschlossene System, in das die Engineering production functions eingebaut werden können.

---

1) Lassmann, G., a. a. O., S. 148

7. Schlußbemerkungen

Die traditionelle Grundlage der Produktions- und Kostentheorie bildet das Ertragsgesetz. Der Versuch, theoretische Grundlagen für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen zu finden, knüpft daher an das Ertragsgesetz an. Die kritische Untersuchung der Prämissen des Ertragsgesetzes zeigte, daß zwar in seltenen Ausnahmefällen ertragsgesetzliche Wirkungen in der Industrie festgestellt werden können, daß aber nicht von einer allgemeinen Gültigkeit der traditionellen Produktions- und Kostentheorie für die industrielle Produktion gesprochen werden kann, da - wie im einzelnen gezeigt wurde - limitationale Bindungen zwischen den eingesetzten Produktionsfaktoren (naturgesetzliche oder faktische Limitationalität) vorherrschen, keine direkte funktionale Beziehung zwischen Faktoreinsatz und Ausbringung besteht, und auch die Prämisse des konstanten Faktors als nicht erfüllbar angesehen werden kann.

Es zeigte sich insbesondere, daß die alleinige funktionale Beziehung zwischen Kosten und Beschäftigung nicht den industriellen Gegebenheiten entspricht. Es wurde daher der Versuch unternommen, den einzigen Kostenbestimmungsfaktor Beschäftigung durch ein System von Kostenbestimmungsfaktoren zu ersetzen, das neben der Beschäftigung als weitere Bestimmungsgrößen die Kapazitäten, die Seriengrößen, die Faktorqualitäten, die natürlichen Arbeitsbedingungen, die Intensitäten, die Wirtschaftlichkeitsgrade der innerbetrieblichen Betätigung und die Faktorpreise enthielt. Da die daraus resultierende Funktionsgleichung jedoch mehr als zwei unabhängige Veränderliche enthielt, war sie geometrisch nicht mehr darstellbar. Eindeutige Aussagen über den Kostenverlauf waren wegen der Interdependenz im System der Kostenbestimmungsfaktoren und ihrem komplexen Wirksamwerden nicht möglich, es ließ sich jedoch feststellen, innerhalb welcher Grenzen sich die Kosten bei unterschiedlichem Wirksamwerden der Kostenbestimmungsfaktoren verändern, so daß wir für diesen Fall an Stelle von Kostenkurven Kostenbänder vorgeschlagen haben. Aber diese Unsicherheit über die Höhe der zu erwartenden Kosten befriedigte nicht.

Als weitere theoretische Grundlage für die empirische Entwicklung industrieller Kostenfunktionen bot sich die von GUTENBERG und KILGER entwickelte Theorie der Verbrauchsfunktionen an. Sie gestattet eine Aufspaltung der

Produktions- bzw. Kostenfunktion über die Produktions- bzw. Kostenstellen und die Aggregate bis zum einzelnen Produktionsfaktor bzw. zur einzelnen Kostenart. Durch den Einbau der Theorie der Anpassungsprozesse in die Theorie der Verbrauchsfunktionen gelang es, letztere zu verfeinern und zu zeigen, wie ausgehend von den Faktoreinsatzfunktionen, je nachdem, ob konstante Zeitgrade, konstante Intensitätsgrade oder variable Zeit- und Intensitätsgrade unterstellt werden, Kostenfunktionen ermittelt werden können, die den unterschiedlichsten Funktionsverlauf nehmen; so zeigt z. B. die Kostenfunktion bei konstantem Zeitgrad - U-förmige Verbrauchsfunktionen vorausgesetzt - den typisch S-förmigen ertragsgesetzlichen Verlauf. Diese Funktion ist jedoch eine statische Kostenfunktion, das bedeutet, daß sich die Kosten während einer Produktionsperiode nicht entlang dieser Kurve verändern, sondern die Funktion gibt alternativ die bestimmten Beschäftigungsgraden zugehörigen Kostenwerte an. Während einer Produktionsperiode kann nur ein Punkt dieser S-förmigen Kurve realisiert werden. Soll jedoch nach dem Prinzip der Kostenwirtschaftlichkeit produziert werden, dann steigt die statische Kostenfunktion von 0 bis zu der bei Optimalintensität erreichbaren Maximalbeschäftigung linear an. Welche Anpassungsmöglichkeit an Beschäftigungsänderungen gewählt wird und welche Funktionsform die Kostenfunktion aufweist, hängt weitgehend von den Entscheidungen des dispositiven Faktors ab, so daß eine Funktionsform nur unter der jeweils zusätzlichen Prämisse des konstanten Zeitgrades bzw. des konstanten Intensitätsgrades als allgemein gültig angesehen werden kann. Anhand eines erstmalig mit empirischen Zahlenangaben aufgebauten Beispiels zeigt sich, daß die Theorie der Verbrauchsfunktionen als theoretische Grundlage für die empirische Ermittlung industrieller Kostenfunktionen geeignet ist.

Bedingt durch die fehlenden praktischen Anwendungsmöglichkeiten der traditionellen Produktions- und Kostentheorie entwickelte sich parallel zu ihr eine Theorie der Kostenrechnung, welche versuchte, die rechentechnische Verfolgung aller Mengen- und Wertbewegungen zu systematisieren, und die es ermöglichte, rechentechnische Methoden zu entwickeln, mit deren Hilfe der betriebliche Kombinationsprozeß nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit ausgerichtet werden konnte. Unsere Untersuchungen in Kapitel 4 ergaben, daß die Theorie der Verbrauchsfunktionen zugleich die theoretische Grundlage der Kostenrechnung bilden kann, da weitgehende Identität zwischen den auf Verbrauchsfunktionen aufgebauten Kostenfunktionen und den Sollkostenfunktionen

der flexiblen Plankostenrechnung, vor allem der Grenzplankostenrechnung, besteht. Insbesondere der Aufbau der Kostenfunktionen, die kostenstellenweise Betrachtung und die Berücksichtigung von Leistungsschwankungen erfolgt nach der Theorie der Verbrauchsfunktionen und den modernen Formen der Kostenrechnung in gleichlaufender Weise.

Wichtige Hinweise darauf, ob die empirische Kostenfunktion den vom Ertragsgesetz unterstellten S-förmigen Verlauf nimmt oder eine davon abweichende Funktionsform aufweist, können sorgfältig durchgeführte empirische Kostenuntersuchungen liefern. Das letzte Kapitel der vorliegenden Arbeit befaßt sich daher mit einer kritischen Beurteilung der bedeutendsten durchgeführten empirischen Kostenuntersuchungen. Es zeigt sich hierbei, daß alle empirischen Kostenuntersuchungen zwangsläufig mit mehr oder weniger ins Gewicht fallenden Fehlern behaftet sind, so daß die im allgemeinen festgestellte Linearität der empirischen Kostenfunktionen nur mit Vorbehalt als allgemeingültig angenommen werden kann. Insbesondere gelang es nicht, für Mehrproduktunternehmungen eine zufriedenstellende homogene Bezugsgröße für die Beschäftigung der gesamten Unternehmung zu ermitteln. Schwierigkeiten verursachen auch eine korrekte Zurechnung der Kosten auf die sie verursachende Beschäftigung und den jeweiligen Beobachtungszeitraum sowie die Bereinigung der zu verschiedenen Zeitpunkten gemessenen Kostenwerte von dem Einfluß der Geldwertschwankungen.

Dennoch stimmt das durch empirische Kostenuntersuchungen erzielte Ergebnis der Linearität der Kostenfunktion überein mit dem nach der Theorie der Verbrauchsfunktionen erwarteten Kostenverlauf, daß nämlich die statische Kostenfunktion innerhalb des normalen Beschäftigungsbereichs zwangsläufig linear verlaufen muß, wenn die Produktion nach dem Prinzip der Kostenwirtschaftlichkeit erfolgt, während an der Kapazitätsgrenze sich die statische Kostenkurve aufbiegt.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

Biedermann, G., Statistische Untersuchung über die Kostenverläufe einiger Stahlbauunternehmung, Diss. Freiburg 1958

Blaschka, B., Betrachtungen zur neueren Produktionsfunktion, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1957, S. 436 ff.

Böhmer, E., Industriebetriebliche Kostenkurven und ihre Bedeutung für die Preispolitik, Diss. Mainz 1951

Bolza, H., Kostenstudien mit Erfahrungszahlen aus der Praxis, Nordisk Tidsskrift for Technisk Økonomie, København 1937, S. 97 ff.

Bredt, O., Auftragsrechnung oder Abteilungsrechnung, Technik und Wirtschaft 1940, S. 66 ff.

Carell, E., Kostentheorie und Ertragsgesetz, in: Festschrift für H. Meyer, Zeitschrift für Nationalökonomie, 1949

Clapham, J. H., Of empty economic Boxes, The Economic Journal, London 1922, Vol. 32, S. 305 ff.

Dean, J., Statistical Determination of Costs, with Special Reference to Marginal Costs, Studies in Business Administration, Vol. 7, Chicago 1936/37

Dean, J., Statistical Cost Curves, Journal of the American Statistical Association 1937, S. 83 ff.

Dean, J., Statistical Cost Functions of a Hosiery Mill, University of Chicago Press, Chicago 1941

Dean, J., The Relation of Cost to Output for a Leather Belt Shop, National Bureau of Economic Research, New York 1941

Dean, J., Managerial Economics, Fourth printing, New York 1954

Dean, J., and James, R. W., The Long-Run Behavior of Costs in an Chain of Shoe Stores, University of Chicago Press, Chicago 1942

Ehrke, K., Die Übererzeugung in der Zementindustrie von 1858 - 1913, Jena 1933

Ezekiel, M., Methods of Correlation Analysis, New York 1930

Ferguson, A. R., Empirical Determination of a Multidimensional Marginal Cost Function, Econometrica 1950, S. 217 ff.

Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Erster Band, Die Produktion, 3. Auflage, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1957

Haller, H., Der symmetrische Aufbau der Kostentheorie, Zeitschrift für die gesamten Staatswissenschaften 1949, S. 429 ff.

Heinen, E., Die Kosten - Ihr Begriff und ihr Wesen, Saarbrücken 1956

Heinen, E., Reformbedürftige Zuschlagskalkulation, Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung 1958, S. 1 ff.

Heinen, E., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Band 1, Grundlagen, Wiesbaden 1959

Heiss, Th., Kostentheorie und Praxis, Junge Wirtschaft 1958, S. 453 ff.

Henschel, A., Kostenverlauf bei schwankender Massenproduktion in einem Betrieb mit einfacher und kombinierter Fertigung, Diss. Bonn 1951

Henzel, F., Der Unternehmer als Disponent seiner Kosten, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1936, S. 139 ff.

Henzel, F., Kosten und Leistung, 2. Aufl., Bühl-Baden 1941

Hermann, K., Zur Interpretation des Ertragsgesetzes, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1958, S. 409 ff. und S. 485 ff.

Hildebrandt, R., Geschäftspolitik auf mathematischer Grundlage, Technik und Wirtschaft 1931, S. 127 ff.

Jacob, H., Zur neueren Diskussion um das Ertragsgesetz, Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung 1957, S. 598 ff.

Käfer, K., Standardkostenrechnung, Stuttgart 1955

Kartaun, J., Die Beziehungen zwischen den Produktionsfunktionen und den Sollkostenfunktionen unter besonderer Berücksichtigung der Zeit, Diss. Köln 1958

Kilger, W., Der Übergang von der Platzkostenrechnung zur Plankostenrechnung und seine Probleme, Diplom-Arbeit Frankfurt 1951, nicht veröffentlicht

Kilger, W., Die Verteilung der Abweichungen auf die Kostenträger innerhalb der Plankostenrechnung, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1952, S. 503 ff.

Kilger, W., Produktions- und Kostentheorie, in: Die Wirtschaftswissenschaften, Wiesbaden 1958

Kilger, W., Die Produktions- und Kostentheorie als theoretische Grundlage der Kostenrechnung, Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, 1958, S. 553 ff.

Kilger, W., Der theoretische Aufbau der Kostenkontrolle, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1959, S. 457 ff.

Kilger, W., Produktionsplanung einschließlich Planung des Fertigungsprogramms, in: Dynamische Betriebsplanung zur Anpassung an wirtschaftliche Wechsellagen, Wiesbaden 1959, S. 66 ff.

Klinger, K., Der Einfluß der Jahreszeit auf die Kostengestaltung, Betriebswirtschaftliche Rundschau 1927, S. 13 ff.

Koch, H., Untersuchungen über den Gültigkeitsbereich des Gesetzes vom abnehmenden Ertragszuwachs, Zeitschrift für die gesamten Staatswissenschaften 1950, S. 309 ff.

Kosiol, E., Plankostenrechnung als Instrument moderner Unternehmungsführung, Berlin 1956

Kühn, U., Betrachtungen zur Theorie des Kostenverlaufs und des Ertragsgesetzes, Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1956, S. 389 ff.

Laßmann, G., Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln und Opladen 1958

Malmgren, H. B., What Conclusion are to be Drawn from Empirical Cost Data? The Journal of Industrial Economics 1959, S. 136 ff.

Medicke, W., Die Gemeinkosten in der Plankostenrechnung, Berlin 1956

Mehner, O., Industrielle Kosten- und Ertragsprobleme, Meisenheim 1956

Meyer, A., Das Ertragsgesetz in der Industrie, Bern 1951

Mitscherlich, E. A., Die Ertragsgesetze, Berlin 1956

Mosak, J. C., Some Theoretical Implication of the Statistical Analysis of Demand and Cost Functions for Steel, Journal of the American Statistical Association 1941, S. 100 ff.

Müller, H., Die Plankostenrechnung und ihre Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren, Diss. Köln 1954

Müller-Bernhardt, H., Industrielle Selbstkosten bei schwankendem Beschäftigungsgrad, Berlin 1925

N. A. C. A.-Bulletin, Section Three, Research Series No. 16, Vol. XXX, No. 20. June 1949, The Variation of Costs with Volume

National Bureau of Economic Research, Cost Behavior and Price Policy, New York 1943

Noyes, R. C., Certain Problems in the Empircal Study of Costs, The American Economic Review 1941, S. 473 ff.

Nürck, R., Die Gesamtkostenfunktion, Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1957, S. 442 ff.

Plaut, H.-G., Die Plankostenrechnung in der Praxis des Betriebes, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1951, S. 531 ff.

Plaut, H.-G., Wo steht die Plankostenrechnung in der Praxis? Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung 1952, S. 396 ff.

Plaut, H.-G., Die Grenz-Plankostenrechnung, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1953, S. 347 ff. und S. 402 ff.

Reustle, R., Über Untersuchungen zur Feststellung der empirischen Kostenfunktion, Diss. Freiburg 1958

Rott, Pl., Unkosten- und Lohnverschiebungen bei wechselnder Produktion, Technik und Wirtschaft 1914, S. 681 ff.

Ruggles, R., The Concept of Linear Total Cost-Output Regressions, The American Economic Review 1941, S. 332 ff.

Rummel, K., Einheitliche Kostenrechnung auf der Grundlage einer vorausgesetzten Proportionalität der Kosten zu betrieblichen Größen, Düsseldorf 1949

Schlesinger, G., Die Zukunft des deutschen Werkzeugmaschinenbaus, VDI-Zeitschrift 1930, S. 1629 ff.

Schneider, E., Versuch einer statistischen Ermittlung von statischen individuellen Kostenkurven, Nationalökonomisk Tidsskrift, København 1933, S. 156 ff.

Schneider, E., Theorie der Produktion, Wien 1934

Schneider, E., Einführung in die Grundlagen des industriellen Rechnungswesens, Kopenhagen 1939

Schneider, E., Die Problematik der Lehre von den fixen Kosten, Weltwirtschaftliches Archiv, Band 60, 1944, S. 300 ff.

Seyderhelm, K., Unkostensätze und Nebenbetriebskosten in Maschinenfabriken und verwandten Betrieben unter besonderer Berücksichtigung des Beschäftigungsgrades, Berlin 1929 und 1931

Simon, H., Sollkosten und Rentabilität industrieller Betriebe in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad, Technik und Wirtschaft 1924, S. 180 ff.

Smith, C. A., The Cost-Output Relation of the U. S. Steel Corporation, The Review of Economic Statistics 1942, S. 166 ff.

Stackelberg, H. v., Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, 2. Aufl., Bern und Tübingen 1951

Staehle, H., The Measurement of Statistical Cost Functions, Appraisal of Recent Contributions, The American Economic Review 1942, S. 321 ff.

Stigler, J., Production and Distribution in the Short Run, The Journal of Political Economy 1939, S. 305 ff.

Strauss, E., Cost Accounting and Statistical Cost Functions, The American Economic Review 1945, S. 430

Thünen, J. H. v., Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, Hamburg 1826

Turgot, J., Réflexions sur la Formation et la Distribution des Richesses, 1766

Vogelstein, Das Ertragsgesetz in der Industrie, Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 34. Bd. 1912, S. 787

Waffenschmidt, W. G., Produktion, Meisenheim 1955

Weller, Th., Errechnung der Minimalkostenkombination als Grundlage für unternehmerische Entscheidungen, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 1957, S. 172 ff.

Wittmann, W., Lineare Programmierung und traditionelle Produktionstheorie, Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung 1960, S. 1 ff.

Williams, C. B., Treatment of Costs during Periods of Varying Volumes of Production, Journal of Accounting, Vol. XXXII, 1821, S. 329 ff.

Wolter, A. M., Das Rechnen mit fixen und proportionalen Kosten, Köln und Opladen 1948

Wylie, K. H. and Ezekiel M., The Cost Curve for Steel Production, Journal of Political Economy 1940, S. 777 ff.

Yntema, Th. O., United States Steel Corporation T. N. E. C. Papers, Comprising the Pamphlets and Charts Submitted by United States Steel Corporation, 1940

Yntema, Th. O., Round Table on Cost Functions and their Relation to Imperfect Competition, The American Economic Review 1940, S. 400 ff.

L e b e n s l a u f

Am 14. 6. 1934 wurde ich als Sohn des Metzgermeisters Georg Heiss und seiner Ehefrau Klara, geb. Dillmann, in Bexbach (Saar) geboren. Ich bin katholisch. Während der Jahre 1940 bis 1946 besuchte ich mit einer längeren durch den Krieg bedingten Unterbrechung die Volksschulen Mittelbexbach und Oberbexbach. Im Herbst 1946 bestand ich die Aufnahmeprüfung für die Quinta des Staatlichen Realgymnasiums Homburg, das ich nach der Versetzung in die Obersekunda im Sommer 1951 verließ. Von 1951 bis 1952 war ich Schüler der Städtischen Handelsoberschule Saarbrücken. Im Herbst 1952 trat ich in die Unterprima der Staatlichen Wirtschaftsoberschule Saarbrücken ein. Die Reifeprüfung legte ich dort im Juli 1954 ab. Anschließend nahm ich das Studium an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität des Saarlandes auf. Die Semesterferien benutzte ich dazu, praktische kaufmännische Kenntnisse zu erwerben, und zwar vom Juli bis November 1954 in der Bauunternehmung H. Lenhard KG, Saarbrücken, vom Juli bis Oktober 1955 in der Versicherungsgesellschaft La Paix, Paris, und vom Juli bis Oktober 1956 in der Trikotagenfabrik Truelsen A/S, Herning, Dänemark. Am 30. April 1958 bestand ich an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität des Saarlandes das Examen als Diplom-Kaufmann mit der Note "sehr gut". Ab Mai 1958 bin ich als wissenschaftlicher Assistent am Seminar für Industriebetriebslehre bei Herrn Prof. Dr. W. Kilger tätig.

Homburg, im März 1960